ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ. ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СОЗДАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

РД 50-250—81

Цена 10 коп.

Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
1982

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНЫ Академией наук БССР
Государственным комитетом СССР по стандартам
Министерством высшего и среднего специального образования РСФСР
Государственным комитетом СССР по науке и технике
Академией наук УССР

ИСПОЛНИТЕЛИ

О. И. Семенков; Г. Г. Маньшин (руководитель темы); **В. А. Бурделев** (исполнитель); **И. Э. Том; Л. А. Шиндикова; Д. В. Кривомазов; Е. С. Кранков; А. И. Половинкин; Н. К. Бобков; Ю. А. Савостицкий; В. В. Шкурба; В. Е. Кравченко**

ВНЕСЕНЫ Академией наук БССР

Академик АН БССР **Л. И. Киселевский**

УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 21 мая 1981 г. № 2532

УДК 65.015.13.011.56:006.354

РУКОВОДЯЩИЙ НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Системы автоматизированного проектирования.

Оценка показателей качества создания и функционирования

РД 50-250—81

Введены впервые

Утверждены Постановлением Госстандарта, приказом Председателя Госстандарта от 21 мая 1981 г. № 2532, срок введения установлен с 1 января 1982 г.

Настоящие методические указания устанавливают номенклатуру и правила определения показателей качества создания и показателей качества функционирования систем автоматизированного проектирования (САПР), находящихся на различных стадиях создания в отраслях машино- и приборостроения, а также введенных в действие САПР.

Настоящие методические указания являются основой для создания отраслевых методик оценки уровня качества САПР.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Оценку показателей качества создания и функционирования САПР производят на стадиях создания САПР с целью выбора рационального варианта. Оценку показателей качества функционирования производят с целью сравнения введенных в действие САПР.

1.2. Оценку показателей качества САПР с целью выбора рационального варианта осуществляет организация — разработчик САПР. Сравнение введенных в действие САПР осуществляет экспертная комиссия министерства, ведомства, предприятия, объединения или межведомственная экспертная комиссия.

1.3. Качество создания и функционирования САПР можно оценить дифференциальным методом по совокупности единичных показателей. При определении значений единичных показателей качества необходимо применять один из методов, установленных в ГОСТ 15467—79, или их сочетание.

1.4. Для эффективного решения задач выбора рационального варианта, создаваемой САПР, или сравнения введенных в действие САПР качество САПР необходимо оценивать по обобщенным показателям с использованием комплексного метода оценки.

© Издательство стандартов, 1982

1.5. При выборе рационального варианта создаваемой САПР обобщенным показателем качества является показатель качества создания и функционирования САПР. Его определяют два комплексных показателя:

X_1 — показатель качества создания САПР;

X_2 — показатель качества функционирования САПР (показатель качества функционирования соответствует прогнозному значению).

1.6. При сравнении введенных в действие САПР обобщенным показателем качества является показатель качества функционирования САПР (определяется на основании данных опытной или промышленной эксплуатации).

1.7. Комплексные показатели определяются совокупностью единичных (групповых, комплексных) показателей качества САПР в соответствии со структурой показателя качества создания и функционирования (обязательное приложение 1). При необходимости допускается дальнейшая детализация структуры и добавление в нее новых показателей качества.

1.8. Значения комплексных показателей качества определяют с помощью модифицированного метода средневзвешенных величин. Состав и последовательность основных операций для определения значений комплексных показателей качества представлены в разд. 5.

1.9. При оценке показателей качества САПР в отраслевых организациях можно использовать не указанные в настоящих методических указаниях операции, методы и их модификации, которые соответствуют конкретным условиям оценки и не противоречат основным положениям методических указаний.

1.10. Термины, применяемые в настоящих методических указаниях — по ГОСТ 15467—79.

2. ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА СОЗДАНИЯ САПР

2.1. Показатель качества создания САПР (X_1) — количественная характеристика свойств, составляющих качество процесса создания САПР и результатов этого процесса в виде компонент и подсистем САПР — определяют следующие показатели:

X_{11} — длительность создания САПР;

X_{12} — полные затраты на создание САПР;

X_{13} — показатель организационно-технического уровня САПР.

2.2. Длительность создания САПР определяют как суммарную длительность стадии создания САПР с учетом возможности их параллельного выполнения.

2.3. Полные затраты на создание САПР включают в себя предпроизводственные затраты на ее создание и капитальные затраты в основные фонды предприятия.

2.4. Показатель организационно-технического уровня САПР (X_{13}) — количественная характеристика свойств, составляющих

качество принятия и реализации организационных решений на различных стадиях создания САПР и качество комплекса средств автоматизации проектирования — определяют следующие показатели:

X_{131} — показатель качества принятия и реализации организационных решений по стадиям создания САПР;

X_{132} — показатель качества комплекса средства автоматизации проектирования.

2.5. Показатель качества принятия и реализации организационных решений по стадиям создания САПР определяют показатели качества, соответствующие стадиям создания по ГОСТ 23501.1—79:

X_{1311} — предпроектные исследования;

X_{1312} — техническое задание;

X_{1313} — техническое предложение;

X_{1314} — эскизный проект;

X_{1315} — технический проект;

X_{1316} — рабочий проект;

X_{1317} — изготовление, отладка, испытание;

X_{1318} — ввод в действие.

2.6. Показатель качества комплекса средств автоматизации проектирования — количественная характеристика совокупности различных видов обеспечений, необходимых для выполнения автоматизированного проектирования — определяют показатели качества соответствующих видов обеспечений автоматизированного проектирования:

X_{1321} — организационного обеспечения;

X_{1322} — лингвистического обеспечения;

X_{1323} — математического обеспечения;

X_{1324} — программного обеспечения;

X_{1325} — информационного обеспечения;

X_{1326} — технического обеспечения;

X_{1327} — методического обеспечения.

Каждый из этих показателей качества определяется тем, в какой степени рассматриваемый вид обеспечения автоматизированного проектирования удовлетворяет требованиям технического задания на создание САПР. При отсутствии таких требований в техническом задании они могут быть заданы в соответствии со спецификой оцениваемой САПР и представлены в количественном или качественном виде. Показатели качества X_{1321} — X_{1327} определяют экспертным способом по ГОСТ 23554—79.

2.7. Основные принципы использования лингвистических экспертных оценок приведены в справочном приложении 2.

3. ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ САПР

3.1. Показатель качества функционирования САПР — количественная характеристика свойств, составляющих качество функционирования САПР — определяют следующие показатели:

X_{21} — показатель качества результата проектирования;

X_{22} — коэффициент технического использования комплекса технических средств (КТС) САПР;

X_{23} — годовой экономический эффект от внедрения.

3.2. Показатель качества результата (результатов) проектирования (X_{21}) — количественная характеристика одного или нескольких свойств совокупности проектных решений, необходимых для создания объекта (объектов) проектирования. Показатель качества X_{21} определяется экспертным способом.

3.3. Определение коэффициента технического использования (X_{22}) — по ГОСТ 13377—75.

3.4. Определение годового экономического эффекта от внедрения (X_{23}) осуществляется в соответствии с отраслевыми методиками расчета экономического эффекта от внедрения САПР.

3.5. Экспертная оценка показателя качества X_{21} осуществляется в соответствии с требованиями, изложенными в приложении 2.

4. ОЦЕНКА КОМПЛЕКСНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА САПР

4.1. К комплексным показателям относят:

X_{131} — показатель качества принятия и реализации организационных решений;

X_{132} — показатель качества комплекса средств автоматизации проектирования;

X_1 — показатель качества создания САПР;

X_2 — показатель качества функционирования САПР;

X_0 — показатель качества создания и функционирования САПР.

Комплексные показатели определяют расчетным методом, который основан на последовательной композиции единичных показателей (с учетом их коэффициентов весомости) в комплексные в соответствии с иерархической структурой показателя качества создания и функционирования САПР, представленной в обязательном приложении 1.

Способ композиции единичных показателей качества приведен в справочном приложении 2.

4.2. При композиции необходима единая форма представления единичных показателей. Это осуществляется аппроксимацией показателей качества X_{11}, X_{12}, X_{22}, X_{23}, определенных в пп. 2.2, 2.3, 3.3, 3.4 лингвистическими экспертными оценками в соответствии со справочным приложением 2.

4.3. Исходной информацией для расчета коэффициентов весомости является матрица экспертных парных сравнений показателей качества. Метод определения коэффициентов весомости приведен в справочном приложении 3.

4.4. Значение комплексного показателя представляет собой число из отрезка [0,1]. Единица соответствует наилучшему (идеальному) значению комплексного показателя качества.

5. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЕТА ОБОБЩЕННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА САПР

5.1. Для расчета значения обобщенного показателя качества САПР установлены следующий состав и последовательность основных операций:

определение значений единичных показателей качества;

аппроксимация значений единичных показателей качества, определенных в пп. 2.2, 2.3, 3.3, 3.4.;

расчет значения обобщенного показателя качества создания и функционирования САПР.

5.2. Исходной информацией для расчета обобщенного показателя качества создания и функционирования САПР являются:

структура показателя качества создания и функционирования САПР;

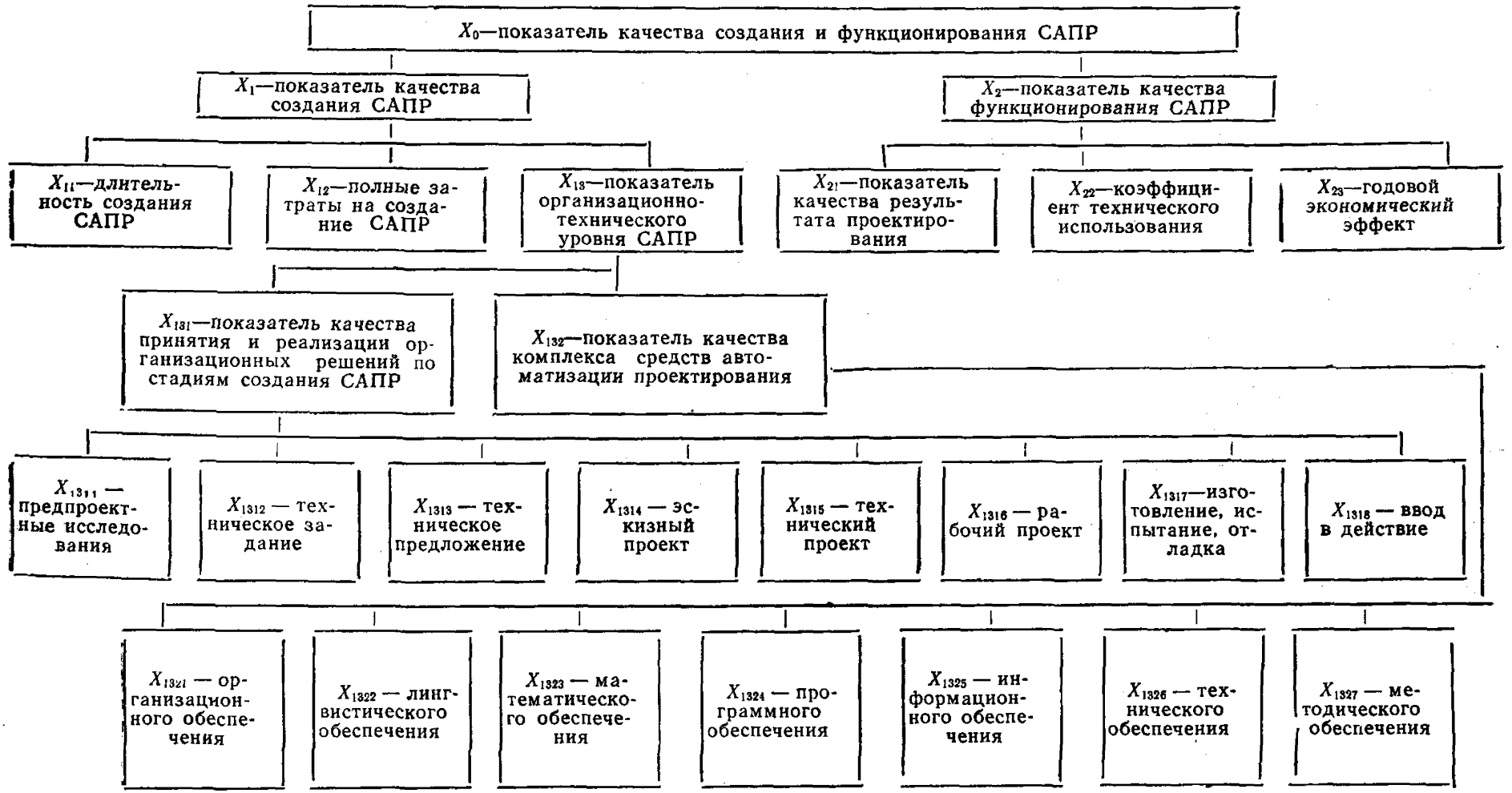
матрицы парных сравнений показателей качества, составляющих соответствующие комплексные показатели;

количественные и лингвистические оценки единичных показателей качества.

5.3. Пример оценки показателей качества создания САПР, качества функционирования САПР и качества создания и функционирования САПР приведен в справочном приложении 4.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Обязательное

СТРУКТУРА ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА СОЗДАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ САПР



ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

1. При экспертном способе оценки единичных показателей качества X_{1311}—X_{1318}, X_{1321}—X_{1327} имеет место неопределенность, обусловленная отсутствием общепринятых единиц измерений, отсутствием у свойства (свойств), определяющих рассматриваемый показатель качества, четких границ.

Столкнувшись с нечеткостью, эксперт вынужден использовать лингвистические оценки типа «Система имеет достаточно высокое значение показателя качества», «Показатель X почти удовлетворяет требованиям ТЗ» и т. д. При оценке показателей качества создания и функционирования САПР необходимо, во-первых, найти способ формализации лингвистических оценок показателей качества и, во-вторых, учитывать значения единичных показателей в качественном виде вместе с единичными показателями, оцененными в количественном виде. Применение понятий нечеткого множества и лингвистической переменной дает возможность решить эти задачи.

2. Процедура оценки показателей качества предусматривает сопоставление значения оцениваемого показателя с базовым. Это приводит к необходимости введения лингвистических переменных двух типов для экспертной оценки единичных показателей качества создания и функционирования САПР.

3. Лингвистическая переменная «Качество». Она служит для качественной (лингвистической) интерпретации базового значения рассматриваемого показателя в виде $b_j[K(X_i)]$; $j \in \overline{1,6}$,

где

X_i — название i-го показателя качества;

K — лингвистическое значение, выраженное первичным термом «Качественно» для лингвистической переменной «Качество»;

b_j — модификатор для лингвистического значения K.

В методических указаниях принимается следующая номенклатура модификаторов:

b_1 — «не»;

b_2 — «более или менее»;

b_3 — «почти»;

b_4 — «достаточно»;

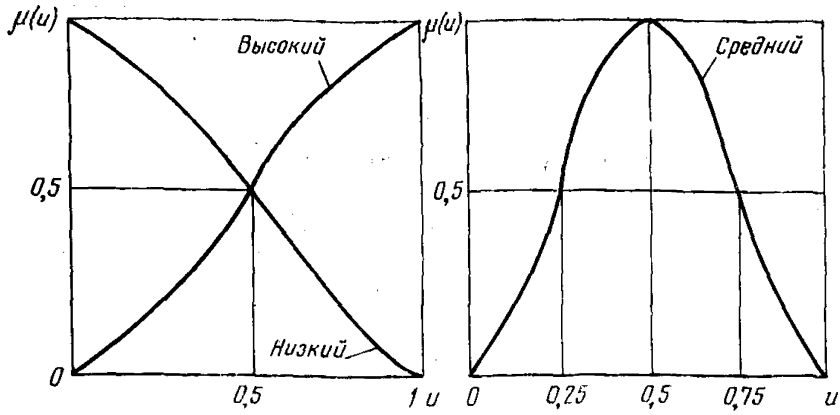
b_5 — «очень»;

b_6 — «высоко».

Например, запись b_4 [K (Показатель качества результата проектирования)] означает, что САПР, которая выбрана как базовая для оценки по показателю качества результата проектирования, создана достаточно качественно.

4. Лингвистическая переменная «Величина». Она служит для сопоставления значения оцениваемого показателя с базовым. В ее терм-множестве три первичных терма: «высокий», «средний», «низкий», (a_1, a_2, a_3 соответственно) заданных на отрезке [0,1].

В качестве функций принадлежности нечетких множеств, соответствующих первичным термам, целесообразно рекомендовать такие, которые представлены на чертеже.



Их аналитическое представление имеет вид:

$$\mu\langle\text{высокий}\rangle(u)=\begin{cases}2u^2 & \text{для } 0\leqslant u\leqslant 0{,}5\\ 1-2(u-1)^2 & \text{для } 0{,}5\leqslant u\leqslant 1\end{cases}$$

$$\mu\langle\text{низкий}\rangle(u)=\begin{cases}1-2u^2 & \text{для } 0\leqslant u\leqslant 0{,}5\\ 2(u-1)^2 & \text{для } 0{,}5\leqslant u\leqslant 1\end{cases}$$

$$\mu\langle\text{средний}\rangle(u)=\begin{cases}8u^2 & \text{для } 0\leqslant u\leqslant 0{,}25\\ 1-2(1-2u)^2 & \text{для } 0{,}25\leqslant u\leqslant 0{,}5\\ 1-2(2u-1)^2 & \text{для } 0{,}5\leqslant u\leqslant 0{,}75\\ 8(1-u)^2 & \text{для } 0{,}75\leqslant u\leqslant 1\end{cases} \qquad (1)$$

Предлагаемые выражения для функций принадлежности первичных термов могут быть уточнены по результатам экспериментального применения методических указаний.

Терм-множество лингвистической переменной «Величина» образуется с помощью термов a_1, a_2, a_3 и модификаторов $b_1 \div b_6$ в виде: $b_k a_e$; $l \in \overline{1,3}$; $k \in \overline{1,6}$.

5. Под значением единичного показателя качества понимают степень соответствия системы (подсистемы) базовому значению рассматриваемого показателя в виде

$$b_j[K(X_l)]:=b_k a_e;\quad l\in\overline{1,3},\ k\in\overline{1,6}. \qquad (2)$$

В частных случаях модификаторы в правой или левой частях могут отсутствовать. Эксперту разрешается пользоваться составными модификаторами (со связками «и» и «или»), а также сложными высказываниями вида $b_m b_k a_e$; число модификаций для простоты ограничено двумя.

6. Эксперт оценивает показатель качества в следующей последовательности:

формирует базовое значение показателя качества приписыванием к рассматриваемому показателю подходящего, с точки зрения эксперта, лингвистического значения из терм-множества лингвистической переменной «Качество»;

оценивает для рассматриваемой системы (подсистемы) ее соответствие базовому значению показателя качества с помощью подходящего лингвистического значения из терм-множества переменной «Величина».

Например, запись вида $b_2[K(X_l)]:=b_3 a_1$ означает: <более или менее> [<Качественно> (<Показатель качества результата проектирования>)]:= =<почти> <высокий>.

7. Под модификацией понимают изменение формы графиков функций принадлежности, приведенных на чертеже. Один из способов такого изменения заключается в возведении значений функции принадлежности в степень, соответствующую конкретному модификатору. В табл. 1 представлены рекомендуемые значения показателей степени для каждого из введенных модификаторов.

Таблица 1

Название модификатора	Обозначение	Показатель степени	Примечание
Не	b_1	—	Модификатор «не» означает арифметическую операцию $1 - \mu a_e(u)$ для значения функции принадлежности $\mu a_e(u)$
Более или менее	b_2	0,5	—
Почти	b_3	0,75	—
Достаточно	b_4	1,25	—
Очень	b_5	2,0	—
Высоко	b_6	3,0	—

Связки «и» и «или» в составных термах означают соответственно операции взятия min и max для значений функций принадлежности.

8. Комплексные показатели вычисляют последовательной композицией единичных показателей качества в комплексный по следующему правилу:

$$A[K(X)] := A_1^{\alpha_1}[K(X_1)] \cap A_2^{\alpha_2}[K(X_2)] \cap \ldots \cap A_n^{\alpha_n}[K(X_n)], \qquad (3)$$

где выражение в левой части соответствует комплексному показателю.

Запись $A_i\ [K\ (X_i)]$ — значение i-го показателя качества в соответствии с п. 5 настоящего приложения:

α_i — коэффициент весомости i-го показателя качества;

n — количество единичных показателей, составляющих комплексный показатель качества X;

$\cap$ — операция пересечения, соответствующая операции min для значений единичных показателей.

Для интерпретации результата вычисления комплексного показателя в виде числа из отрезка [0,1] необходимо найти лингвистическое среднее результирующей функции принадлежности

$$C_{\text{р}}(X_{\text{к}}) = \frac{\sum_{i=1}^{n} \mu_i u_i}{\sum_{i=1}^{n} \mu_i}, \qquad (4)$$

где u_i — текущее значение базовой переменной;

μ_i — значение функции принадлежности u_i.

9. В табл. 2 даны определения терминов, введенных в настоящем приложении.

Таблица 2

Термин	Определение
Нечеткое множество (A)	Нечеткое множество A, определенное на универсальном множестве U — совокупность пар $\{u, \mu_A(u)\}$ $u \in U$, где $\mu_A(u)$: $U \to [0,1]$ — функция принадлежности нечеткому множеству A. Примечание. Запись нечеткого множества осуществляется в виде $A = \mu_A(u_1)/u_1 + \mu_A(u_2)/u_2 + \ldots + \mu_A(u_n)/u_n = \sum_{i=1}^{n} \mu_A(u_i)/u_i$; $u_i \in U$, $i = \overline{1, n}$

Термин	Определение
	где знак + обозначает объединение, а не арифметическое суммирование.
Функции принадлежности (μ_A)	Характеристика нечеткого множества, которая ставит в соответствие каждому элементу $u_i \in U$ число $\mu_A(u_i)$ из отрезка [0,1], характеризующее степень принадлежности элемента u_i множеству A.
Лингвистическая переменная	Набор $(X, T(X), U, G, M)$, в котором X — название переменной, $T(X)$ — терм-множество переменной X, то есть множество названий лингвистических значений X, каждое из которых — нечеткая переменная X со значениями из универсального множества U, G — синтаксическое правило, порождающее названия значений переменной X.
Нечеткая переменная	Набор $(X, U, R(X, u)$, в котором X — название переменной, U — универсальное множество, u — общее название элементов множества U (базовая переменная). $R(X, u)$ — нечеткое подмножество множества U.
Модификаторы	Слова «не», «почти», «очень», «более или менее» и т. д., встречающиеся в названиях лингвистических значений X.
Первичный терм	Терм без модификаторов

10. Поясним введенные термины на примере.
Пусть U — отрезок [0,1], X — лингвистическая переменная «Величина». Ее лингвистические значения, определяющие названия соответствующих нечетких множеств (термы), будут <высокий>, <достаточно высокий>;
<не низкий>, <средний>,
<не очень высокий> и т. д. Функции принадлежности для первичных термов <высокий>, <средний>,
<низкий> представлены на чертеже и выражениями (1). Семантические правила для термов с модификацией соответствуют операциям, представленным в табл. 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЕСОМОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА

1. Значения коэффициентов весомости вычисляют в результате обработки матрицы экспертных парных сравнений показателей качества, составляющих некоторый комплексный показатель.

Значения интенсивности предпочтения заносят в матрицу $B = \| \alpha_{ij} \|$ вида $n \times n$ в соответствии с правилом $\alpha_{ij} = 1/\alpha_{ji}$ и таблицей:

Интенсивность предпочтения	Определение
1	Равны по важности
3	Слабая предпочтительность
5	Сильная предпочтительность
7	Доминирующая предпочтительность
9	Абсолютная предпочтительность
2, 4, 6, 8	Промежуточные значения

Преобразуем матрицу B к виду:

$$D=\|d_{ij}\|, \text{ где } d_{ij}=\log s\alpha_{ij}$$

и выполняется соотношение $d_{ij}+d_{jk}=d_{ik}$

Для каждого $l\in\overline{1,n}$ построим матрицу $D^l=\|d^l_{ij}\|$, при условии $d^l_{ij}=d_{il}+d_{lj}$. Таким образом, в матрице D^l сохраняется l-я строка матрицы D, а все остальные элементы подбираются так, чтобы удовлетворить равенству: $d_{ik}=d_{il}+d_{lk}$.

Обозначим $\tilde{D}=\frac{1}{n}\sum_{l=1}^{n}D^l$ — среднее арифметическое матриц D^l, тогда элементы матрицы D удовлетворяют условию:

$$\tilde{d}_{lj}+\tilde{d}_{jk}=\frac{1}{n}\left(\sum_{l=1}^{n}\right)(d_{il}+d_{lk})=\tilde{d}_{lk}.$$

Преобразуем матрицу $\tilde{D}$ к виду $\tilde{B}=\|\tilde{b}_{ij}\|$, где $\tilde{b}_{ij}=S^{\tilde{d}_{ij}}$. Суммируя строки матрицы $\tilde{B}$, получим вектор $\overline{X}=\{x_1\ldots x_n\}$. Нормируя вектор $\overline{X}$, получаем значения коэффициентов весомости рассматриваемых показателей.

Пример. Пусть результаты экспертной оценки интенсивностей предпочтения трех единичных показателей качества сведены в матрицу B:

$$B=\begin{pmatrix}1 & 2 & 4\\ 1/2 & 1 & 1/2\\ 1/4 & 2 & 1\end{pmatrix}.$$

Переходя к двоичным логарифмам, получим матрицу D:

$$D=\begin{pmatrix}0 & 1 & 2\\ -1 & 0 & -1\\ -2 & 1 & 0\end{pmatrix}.$$

Тогда:

$$D^1=\begin{pmatrix}0 & 1 & 2\\ -1 & 0 & 1\\ -2 & -1 & 0\end{pmatrix},\quad D^2=\begin{pmatrix}0 & 1 & 0\\ 1 & 0 & -1\\ 0 & 1 & 0\end{pmatrix},\quad D^3=\begin{pmatrix}0 & 2 & 2\\ -2 & 0 & -1\\ -2 & 1 & 0\end{pmatrix}.$$

Усредняя матрицы D^l, получим

$$\tilde{D}=\begin{pmatrix}0 & 5/3 & 4/3\\ -5/3 & 0 & -1/3\\ -4/3 & 1/3 & 0\end{pmatrix}.$$

Отсюда

$$\tilde{B}=\begin{pmatrix}1 & 3{,}2 & 2{,}5\\ 0{,}31 & 1 & 0{,}77\\ 0{,}4 & 1{,}3 & 1\end{pmatrix}.$$

Взятие построчных сумм элементов матрицы $\tilde{B}$ дает вектор

$$\tilde{X}=(6{,}6;\ 2{,}08;\ 2{,}7),$$

что соответствует следующему вектору коэффициентов весомости

$$X=(1{,}739;\ 0{,}548;\ 0{,}711).$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Справочное

ПРИМЕР ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА САПР

Исходные данные, необходимые в соответствии с п. 5.5 настоящих методических указаний для расчета показателей качества создания, качества функционирования, качества создания и функционирования приведены в табл. 1, 2 настоящего приложения и обязательном приложении 1.

Таблица 1

Название единичного показателя	Обозначение	Числовое значение показателя	Качественная (лингвистическая) оценка	Символьная запись
Длительность создания САПР	X_{11}		$K(X_{11}):=$ <высокий>	$K(X_{11}):=a_1$
Полные затраты на создание САПР	X_{12}		$K(X_{12}):=$ <высоко> <высокий>	$K(X_{12}):=b_6a_1$
Показатель качества принятия и реализации организационных решений по стадиям создания САПР:				
выполнение предпроектных исследований	X_{1311}		$K(X_{1311}):=$ <средний>	$K(X_{2411}):=a_2$
выполнение технического задания	X_{1312}		$K(X_{1312}):=$ <средний>	$K(X_{2412}):=a_2$
выполнение технического предложения	X_{1313}		$K(X_{1313}):=$ <достаточно> <высокий>	$K(X_{2413}):=b_4a_1$

Название единичного показателя	Обозначение	Числовое значение показателя	Качественная (лингвистическая) оценка	Символьная запись
выполнение эскизного проекта	X_{1314}		$K(X_{1314}):=$ <достаточно> <средний>	$K(X_{1314}):=b_4a_2$
выполнение технического проекта	X_{1315}		$K(X_{1315}):=$ <средний>	$K(X_{1315}):=a_2$
выполнение рабочего проекта	X_{1316}		$K(X_{1316}):=$ <высокий>	$K(X_{1316}):=a_1$
изготовление, отладка, испытание	X_{1317}		$K(X_{1317}):=$ <почти> <высокий>	$K(X_{1317}):=b_3a_1$
ввод в действие	X_{1318}		$K(X_{1318}):=$ <высокий>	$K(X_{1318}):=a_1$
Показатель качества комплекса средств автоматизации проектирования (обеспечений САПР): организационного	X_{1321}		$K(X_{1321}):=$ <высокий>	$K(X_{1321}):=a_1$
лингвистического	X_{1322}		$K(X_{1322}):=$ <высоко> <высокий>	$K(X_{1322}):=b_6a_1$
математического	X_{1323}		$K(X_{1323}):=$ <достаточно> <средний>	$b_4[K(X_{1323})]:=a_2$
программного	X_{1324}		$K(X_{1324}):=$ <очень> <высокий>	$K(X_{1324}):=b_5a_1$
информационного	X_{1325}		<высоко> $K(X_{1325}):=$ $:=$ <достаточно> <высокий>	$b_6[K(X_{1325})]:=$ $:=b_4a_1$
технического	X_{1326}		<почти> $K(X_{1326}):=$ $:=$ <достаточно> <высокий>	$b_3[K(X_{1326})]:=$ $:=b_4a_1$
методического	X_{1327}		<высоко> $K(X_{1327}):=$ $:=$ <высокий>	$b_6[K(X_{1327})]:=a_1$

Продолжение табл. 1

Название единичного показателя	Обозначение	Числовое значение показателя	Качественная (лингвистическая) оценка	Символьная запись
Показатель качества результата (результатов) проектирования	X_{21}		$K\ (X_{21}):=$ $:=<$высокий$>$	$K\ (X_{21}):=a_1$
Коэффициент технического использования КТС САПР	X_{22}	0,85	$<$высоко$>$ $<$высоко$>$ $K\ (X_{22}):=$ $:=<$достаточно$>$ $<$высокий$>$	$b_6b_6\ [K\ (X_{22})]:=$ $:=b_4a_1$
Годовой экономический эффект от внедрения САПР	X_{23}		$K\ (X_{23}):=$ $:=<$очень$>$ $<$высокий$>$	$K\ (X_{23}):=b_5a_1$

Таблица 2

Комплексный показатель и его обозначение	Обозначение единичных показателей	Значение коэффициента весомости
Показатель качества принятия и реализации организационных решений (X_{131})	X_{1311}	0,4457
	X_{1312}	0,4356
	X_{1313}	1,8978
	X_{1314}	2,1281
	X_{1315}	1,3707
	X_{1316}	0,6907
	X_{1317}	0,2781
	X_{1318}	0,7523
Показатель качества комплекса средств автоматизации проектирования (X_{132})	X_{1321}	1
	X_{1322}	1
	X_{1323}	1
	X_{1324}	1
	X_{1325}	1
	X_{1326}	1
	X_{1327}	1
	X_{1328}	1
Показатель организационно - технического уровня САПР (X_{13})	X_{131}	1,3333
	X_{132}	0,6667
Показатель качества создания САПР (X_1)	X_{11}	0,544
	X_{12}	0,705
	X_{13}	1,75
Показатель качества функционирования САПР (X_2)	X_{21}	1
	X_{22}	1
	X_{23}	1
Показатель качества создания и функционирования САПР (X_0)	X_1	1,3000
	X_2	0,4998

Значения функций принадлежности нечетких множеств, соответствующих первичным термам «высокий», «средний», «низкий», вычисленные в соответствии с формулой (1) приложения 2 с шагом дискретизации переменной u, равным 0,1, представлены в табл. 3.

Таблица 3

Высокий	0	0,02	0,08	0,18	0,38	0,5	0,68	0,82	0,92	0,98	1
Средний	0	0,08	0,32	0,68	0,92	1,0	0,92	0,68	0,52	0,08	0
Низкий	1	0,98	0,92	0,82	0,68	0,5	0,32	0,18	0,68	0,02	0

Для получения значений комплексных показателей качества по формуле (3) приложения 2 необходимо представить значение единичного показателя качества (X_i) в виде $K(X_i) := ba_l \; l \in \overline{1,3}$, где b — результирующий модификатор первичного терма a_i, полученный из выражения, приведенного в табл. 1 и соответствующий единичному показателю X_i, с учетом всех модификаторов в правой и левой частях. Это достигается решением уравнения вида $b_j[K(X_l) := b_k a_l$ относительно $K(X_i)$, с учетом конкретных арифметических операций, соответствующих используемым модификаторам b_j и b_k, приведенных в табл. 1 приложения 2.

Пример. Пусть для показателя качества информационного обеспечения имеется оценка $b_6[K(X_{2425})] := b_4 a_1$. Тогда $K(X_{2426}) := b_6^{-1} b_4 a_1$, где b_6^{-1} означает модификатор, у которого арифметическая операция обратна той, которая соответствует модификатору b_6.

Т. е. $K(X_{2425}) := ((a_1)^{1,25})^{0,33}$, где показатель степени 1,25 соответствует модификатору b_4, а значение 0,33 — модификатору b_6^{-1}.

Результаты решения аналогичных уравнений для всех единичных показателей с учетом коэффициентов весомости приведены в табл. 4.

Вычисленные по формуле (3) приложения 3 нормированные значения комплексных показателей качества приведены в табл. 5.

Значения показателей X_0, X_1, X_2 вычисляют по формуле

$$C_p(X_k) = \frac{\sum_{i=1}^{n} \mu_i u_i}{\sum_{i=1}^{n} \mu_i}$$

и равны: $C_p(X_0) = 0{,}706$;
$C_p(X_1) = 0{,}800$;
$C_p(X_2) = 0{,}665$.

Организациям, которые часто выполняют расчеты по оценке показателей качества создания и функционирования САПР, целесообразно пользоваться программным комплексом PCQV, разработанным в ИТК АН БССР и переданным в ГосФАП в 1981 г.

Таблица 4

X_{11}	0	0,00067	0,0089	0,0406	0,119	0,274	0,4866	0,6903	0,855	0,963	1
X_{12}	0	0 000002	0,00021	0,0032	0,0224	0,099	0,276	0,516	0,758	0,935	1
X_{1311}	0	0,324	0,6017	0,842	0,963	1,0	0,963	0,842	0,6017	0,324	1
X_{1312}	0	0,332	0,608	0,845	0,964	1,0	0,964	0,845	0,608	0,332	0
X_{1313}	0	0,00009	0,0026	0,017	0,067	0,190	0,399	0,624	0,820	0,953	1
X_{1314}	0	0,0012	0,048	0,357	0,801	1,0	0,801	0,357	0,048	0,0012	0
X_{1315}	0	0,0736	0,209	0,589	0,892	1,0	0,892	0,589	0,209	0,0736	0
X_{1316}	0	0,067	0,175	0,306	0,455	0,019	0,756	0,872	0,944	0,986	1
X_{1317}	0	0,441	0,59	0,699	0,788	0,866	0,923	0,959	0,983	0,995	1
X_{1318}	0	0,0525	0,149	0,275	0,424	0,593	0,747	0,861	0,939	0,984	1
X_{1321}	0	0,02	0,08	0,18	0,32	0,5	0,68	0,82	0,92	0,98	1
X_{1322}	0	0,000008	0,0005	0,00058	0,0328	0,125	0,3144	0,551	0,779	0,941	1
X_{1323}	0	0,133	0,402	0,735	0,935	1,0	0,935	0,735	0,402	0,133	0
X_{1324}	0	0,0004	0,0064	0,0324	0,102	0,25	0,465	0,672	0,846	0,096	1
X_{1325}	0	0,196	0,349	0,489	0,623	0,749	0,852	0,421	0,966	0,992	1
X_{1326}	0	0,00015	0,0148	0,057	0,149	0,315	0,526	0,718	0,870	0,967	1
X_{1327}	0	0,2917	0,4312	0,5649	0,6843	0,7939	0,879	0,936	0,972	0,993	1
X_{21}	0	0,02	0,08	0,18	0,32	0,5	0,68	0,82	0,92	0,98	1
X_{22}	0	0,58	0,7	0,79	0,85	0,93	0,95	0,97	0,988	0,997	1
X_{23}	0	0,0004	0,0064	0,0324	0,102	0,25	0,462	0,672	0,846	0,960	1

Таблица 5

X_{131}	0	0,000013	0,0012	0,049	0,092	0,377	1,0	0,861	0,059	0,00043	0
X_{132}	0	0,0006	0,0093	0,0479	0,1524	0,372	0,6866	1,0	0,809	0,387	0
X_{13}	0	0,0080	0,0134	0,1409	0,2167	0,5306	0,7858	1,0	0,163	0,0069	0
X_2	0	0,000008	0,00051	0,0038	0,0326	0,1249	0,3139	0,5508	0,7781	0,940	0
X_1	0	0,0020	0,0020	0,0788	0,2085	0,4383	0,7315	1,0	0,5623	0,1141	0
X_0	0	0,000014	0,0091	0,0103	0,6579	0,2221	0,5582	0,9795	1,0	0,2032	0

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения 1
2. Оценка показателя качества создания САПР 2
3. Оценка показателя качества функционирования САПР . . . 3
4. Оценка комплексных показателей качества САПР 4
5. Последовательность расчета обобщенного показателя качества САПР 5
Приложение 1. Обязательное. Структура показателя качества создания и функционирования САПР 6
Приложение 2. Справочное. Основные принципы использования лингвистических экспертных оценок 7
Приложение 3. Справочное. Определение коэффициентов весомости показателей качества 10
Приложение 4. Справочное. Пример оценки показателей качества САПР 12

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Системы автоматизированного проектирования. Оценка показателей качества создания и функционирования
РД 50-250—81

Редактор *Т. А. Киселева*
Технический редактор *О. Н. Никитина*
Корректор *Т. А. Камнева*

Сдано в наб. 23.07.81 Подп. к печ. 22.12.81 Т—31114 Формат 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая 1,25 п. л. 1,26 уч.-изд. л. Тир. 6000 Зак. 2446 Цена 10 коп. Изд. № 7059/4

«Орлена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, Новопресненский пер., 3. Тульская типография стандартов, ул. Московская, 256.

gost.e-ecolog.ru