

У ДК 766

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ
РЕШЕНИЯ НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ПРОЕКТНОЙ ГРАФИКИ

Кузнецова И.А., Рыболович О.В.

Севастопольский национальный технический университет
Студгородок г. Севастополь, Украина, 99053

E-mail: ngg@sevgtu.sebastopol.ua

Рассматривается возможность автоматизации процесса принятия
художественно-конструкторского решения на начальных этапах
дизайнерского проектирования. Предлагается описание алгоритма
осуществления выбора наиболее рационального проектного решения.

В процессе дизайнерского проектирования можно выделить пять основных этапов [1]: техническое задание, анализ предпроектной ситуации (исследование изделий-аналогов), эскизный проект, технический проект, рабочий проект. Каждому этапу соответствуют определенные задачи, решение которых приводит к последовательному воплощению замысла в окончательный проект. Наиболее важными стадиями художественного проектирования промышленных изделий являются начальные стадии работы. Это этапы анализа предпроектной ситуации и эскизного проектирования. От принятия верного решения встающих перед проектировщиком задач выбора зависит в дальнейшем весь процесс формирования облика изделия. Именно на этих этапах разработки необходимо уделять больше внимания процедурам анализа, оценки и выбора наиболее рациональных и конкурентоспособных предложений. Однако, на практике эти вопросы зачастую решаются на основе интуиции и опыта конструктора что приводит к снижению качества объектов производства и увеличению затрат на его проектирование. На последующих этапах дизайнерского проектирования происходит совершенствование, доработка и окончательная отработка проекта, при этом не возникает необходимости проведения маркетинговых исследований и математических расчетов.

Предлагается для упрощения работы дизайнера и сокращения временных затрат на выполнение операций выбора разработать

программную систему, сочетающую в себе математические методы и методы традиционного маркетинга. Предлагаемая программа позволяет реализовать процесс автоматизированного принятия решения на начальных стадиях художественного проектирования. На этапе исследования предпроектной ситуации дизайнер приступает к разработке предварительных вариантов художественноконструкторских предложений. Этот процесс проходит параллельно с анализом исходной проектной ситуации и прототипов. Важную роль в этом анализе играют сведения об изделиях-аналогах. На данном этапе исследования программа включает в себя подпрограмму информационного обеспечения в виде базы данных (БД). В БД включены таблицы с данными об изделиях-аналогах, то есть лучших и близких к проектируемому объекту образцах, и прототипах. База данных содержит сведения об эстетических, функциональных, конструкционных, технологических, эргономических, экономических показателях надежности и свойств материалов аналогов. Для проведения анализа на этом этапе работы необходимо применение маркетинговых методов, используемых для генерирования новых нетрадиционных решений и поиска нужного решения проблемы выбора прототипа для будущего изделия или принятия идеи создания нового промышленного объекта. Для получения такой информации может быть привлечена группа экспертов.

После обработки мнений экспертов и согласования принятого решения с заказчиком один из вариантов художественноконструкторских предложений принимается для дальнейшей разработки и переходит на этап эскизного проектирования. На этом этапе дизайнер осуществляет эскизный поиск будущего изделия на основе принятых на предыдущем этапе решений по его конструкции и технологии изготовления, данных эргономических исследований и других, что отвечает комплексу требований технической эстетики. На основе установленных инженером схем, узлов, габаритов дизайнер разрабатывает различные варианты компоновки узлов и элементов изделия и ищет соответствующие им композиционные решения [1]. На стадии разработки эскизного дизайнерского проекта появляется, как правило, большое количество решений и возникает необходимость выбора единственного оптимального решения из нескольких разработанных вариантов эскизов. Оптимальный вариант может быть найден только с учетом всех требований и предложений, выдвигаемых как инженером-конструктором, так и дизайнером, поэтому возникает необходимость привлечения расчетных методов. Для анализа созданных эскизных предложений может быть привлечена экспертная группа. Задача экспертов при этом состоит в проведении оценки альтернативных вариантов проекта с учетом многих критериев. Далее обработка мнений проводится с применением математических методов принятия решений, позволяющих найти наиболее

приемлемый, с учетом полученной экспертной информации, компромиссный вариант эскизного художественноконструкторского решения. Среди таких методов можно назвать метод анализа иерархий и теорию нечетких множеств [2]. Применение метода анализа иерархий наиболее целесообразно в условиях эскизного проектирования.

После декомпозиции проблемы и построения иерархии эксперты устанавливают относительную важность ее элементов, заполняя матрицы попарных сравнений [E] для каждого ее уровня.

Для оценки согласованности суждений используется отклонение величины максимального собственного числа $\lambda_{\max}$ от порядка матрицы n . Согласованность суждений оценивается индексом согласованности (ИС) или отношением согласованности (ОС) [2]

$$ИС = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1), \quad (1)$$

$$ОС = ИС / M(ИС), \quad (2)$$

где $M(ИС)$ – среднее значение индекса однородности случайным образом составленной матрицы попарных сравнений [E]. Величина отношения согласованности должна превышать значения 0,10.

Ранжирование элементов, анализируемых с помощью матрицы [E], проводится на основании расчета правых собственных векторов. Правый собственный вектор W , соответствующий максимальному собственному значению $\lambda_{\max}$ с точностью до постоянного сомножителя C вычисляется по формуле

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{[E]^k \cdot e}{e^T \cdot [E]^k \cdot e} = C \cdot W, \quad (3)$$

где $e = \{1, 1, 1, \dots, 1\}^T$ – единичный вектор; $k = 1, 2, 3, \dots$ – показатель степени; C – константа; T – знак транспонирования.

Вычисления собственного вектора W по формуле (3) проводятся до достижения заданной точности

$$e^T \cdot |W^{(l)} - W^{(l+1)}| \leq \xi, \quad (4)$$

где l – номер итерации, такой, что $l = 1$ соответствует $k = 1$; $l = 2$, $k = 2$; $l = 3$, $k = 4$ и т.д.; ξ – допустимая погрешность (независимо от порядка матрицы достаточной точностью можно считать $\xi = 0,01$).

Максимальное собственное значение определяется по формуле

$$\lambda_{\max} = e^T \cdot [E] \cdot W. \quad (5)$$

Далее для взвешивания собственных векторов матриц попарных сравнений альтернатив весами критериев, имеющихся в иерархии, а также для вычисления суммы по всем соответствующим взвешенным

компонентам собственных векторов нижележащего уровня иерархии используется иерархический синтез. В результате определяется множество векторов относительных приоритетов

$$W_S^A = \{W_{E_1^S}^A, W_{E_2^S}^A, \mathbf{K}, W_{E_p^S}^A\}, \quad (6)$$

где $W_{(E_j^i)}^A$ – векторы приоритетов альтернатив относительно элементов E_j^i относительно элементов предпоследнего уровня иерархии ($i=S$); E_j^i – элементы иерархии, верхний индекс i указывает уровень иерархии, а нижний индекс j – порядковый номер элемента на уровне. Вычисление множества векторов проводится в соответствии с формулами (3), (4).

Аналогично обрабатываются матрицы попарных сравнений собственно элементов E_j^i . В результате такой обработки получается множество векторов приоритетов элементов

$$W^E = \{W_{(E_j^i)}^E\}. \quad (7)$$

Полученные значения $W_{(E_j^i)}^E$ используются для определения векторов приоритетов альтернатив относительно всех элементов иерархии (глобальных приоритетов альтернатив).

Глобальные векторы приоритетов альтернатив определяются по формуле

$$W_{E_j^i}^A = [W_{E_1^{i-1}}^A, W_{E_2^{i-1}}^A, \mathbf{K}, W_{E_n^{i-1}}^A] \cdot W_{E_j^{i-1}}^E, \quad (8)$$

где $W_{(E_j^i)}^A$ – вектор приоритетов альтернатив относительно элемента E_j^{i-1} , определяющий j -й столбец матрицы; $W_{(E_j^{i-1})}^E$ – вектор приоритетов элементов $E_1^{i-1}, E_2^{i-1}, \mathbf{K}, E_n^{i-1}$, связанных с элементом E_j^i вышележащего уровня иерархии.

Рациональным считается выбор альтернативы, имеющей наибольшее значение вектора глобальных приоритетов.

При проведении групповой оценки для агрегирования мнений экспертов принимается среднегеометрическое определяемое по формуле

$$a_{ij}^A = \sqrt[n]{a_{ij}^1 \cdot a_{ij}^2 \cdot \mathbf{K} \cdot a_{ij}^n}, \quad (9)$$

где a_{ij}^A – агрегированная оценка элемента, принадлежащего i -ой строке и j -му столбцу матрицы попарных сравнений; n – число матриц попарных сравнений, каждая из которых составлена одним экспертом

Функции, возлагаемые на командный файл программы, состоят в следующем:

- вводится информация об изделии (наименование объекта, условия эксплуатации, основные технические характеристики);
- из БД с учетом предыдущих требований вводится информация о типовых изделиях-аналогах;
- на основе маркетингового метода обрабатываются разработанные экспертами предварительные варианты художественноконструкторского предложения, проводится их оценка и выбор лучшего;
- в случае согласования с заказчиком один из вариантов художественноконструкторского предложения принимается для дальнейшей разработки, иначе необходимо вернуться на стадию оценки предложений;
- обрабатываются экспертные оценки эскизных вариантов художественноконструкторских предложений;
- оценивается согласованность мнений экспертов, в случае несогласования необходим возврат на стадию анализа вариантов и пересмотр экспертами своих оценок;
- выбор варианта рационального эскизного решения с использованием математического метода анализа альтернатив;
- получение окончательного варианта решения.

По окончании выбора принятый эскизный проект отрабатывается окончательно на этапах технического и рабочего проектов.

Разработанная программа упрощает и ускоряет работу дизайнера на ранних этапах художественного проектирования промышленных объектов, позволяя оценить проблему проектирования нового изделия уже на ранних этапах его разработки и избежать создания заведомо неконкурентоспособного объекта, а также сокращая временные затраты на выполнение операций выбора оптимального варианта изделия.

Библиографический список

1. Барташевич А.А. Основы художественного конструирования / А.А.

Барташевич. — Минск: Выш. шк., 1984. — 224 с.

2. Андрейчиков А.В. Компьютерная поддержка изобретательства / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова — М.: Машиностроение, 1998. — 476 с.

Поступила в редакцию 27.03.2001 г.