

ПРОЦЕДУРЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Бурдо Г.Б., Испирян Н.В., Испирян С.Р., Мединцев С.В., Галкина М.В.
Тверской государственный технический университет, Тверь

Ключевые слова: машиностроение, искусственный интеллект, проектирование, управление, принятие решений.

Аннотация. Конкурентоспособность изделий закладывается на этапах их проектирования и изготовления. Важнейшее значение приобретает задача сокращения сроков изготовления опытных образцов наукоемкой продукции при обеспечении их надлежащего качества. Поэтому, создание автоматизированных систем поддержки принятия решений при проектировании технологических процессов и изготовлении продукции востребовано временем.

DECISION-MAKING PROCEDURES IN AUTOMATED MECHANICAL ENGINEERING SYSTEMS

Burdo G.B., Ispiryan N.V., Ispiryan S.R., Medintsev S.V., Galkina M.V.
Tver State Technical University, Tver

Keywords: mechanical engineering, artificial intelligence, design, management, decision-making.

Abstract. The competitiveness products is laid at the stages of their design and manufacture. The most important task is to reduce the production time of prototypes of high-tech products while ensuring their proper quality. Therefore, the creation of automated decision support systems in the design of technological processes and the manufacture of products is in demand by time.

Введение

В настоящее время в отечественном и в зарубежном машиностроении сложилась такая ситуация, что требования потребителей изделий предопределяют весьма сжатые сроки появления на рынке новой качественной высокотехнологичной *наукоемкой машиностроительной продукции* (НМП). При этом первоочередной задачей является проектирование и производство первых высококачественных образцов новых изделий параллельно с выпуском серийных.

Жизненный цикл изделий (ЖЦИ), выпускаемых серийно, изучен достаточно подробно, однако рынок программных продуктов по поддержке принятия решений на его этапах не обеспечивает достаточно надежного принятия эффективных решений [1, 2].

Специфичность и малая формализованность задач не позволяет достаточно эффективно использовать существующие инструментальные средства поддержки принятия решений при разработке технологических процессов изготовления первых образцов изделий, и управлению технологическими процессами.

Поэтому, разработка автоматизированной системы поддержки принятия решений на этапах проектирования и управления технологическими процессами востребована временем.

Учитывая возможность современных информационных ресурсов, предлагается достаточно простая и доступная к быстрой реализации методика объединения естественных интеллектов работников предприятий различного уровня для поддержки принятия решений при реализации указанных выше задач.

Методика организации и проведения диалога при принятии решений

Предлагаемая методика основана на обсуждении возможных альтернативных решений в каждой конкретной ситуации экспертами - работниками организации. Предлагаемая авторами методика реализуется в следующей последовательности.

А. На первом этапе необходимо выполнить формирование группы работников организации - экспертов, участвующих в принятии решений. В принятии конкретного решения рекомендуется участвовать 4-5 экспертов (состав должен определять руководитель, принимающий окончательное решение, то есть лицо, принимающее решение (ЛПР)).

Участие в обсуждении более 5 экспертов не позволяет значительно увеличить точность решения.

При проектировании технологических процессов состав экспертов можно рекомендовать следующий.

1. Руководитель производственной системы – ЛПР.
2. Руководитель технологической службы (его заместитель).
3. Представитель цехового управленческого персонала.

4. Представитель финансовых подразделений (необходимы сведения о возможности финансирования развития производственной базы).

При управлении технологическими процессами состав экспертов можно рекомендовать следующий.

1. Руководитель производственной системы – ЛПР.
2. Руководитель диспетчерской службы (его заместитель).
3. Представитель цехового управленческого персонала.

4. Производственные мастера (в соответствии с одним из принципов управления - парасипативности, лицо реализующее решение должно участвовать и в его выработке).

Б. На втором этапе определяются веса экспертов из определенного ряда чисел от 0 до 1 (подробнее будет показано ниже), учитывающие их квалификацию, опыт и ответственность за принимаемые решения.

Первоначально каждый из экспертов анонимно присваивает указанные весовые коэффициенты другим экспертам, участвующим в конкретном принятии решений, кроме себя, в диапазоне от 0 до 1. По каждому из экспертов определяется среднее арифметическое значение весового коэффициента, и округляется до ближайшего значения из оговоренного выше ряда.

В. Лицо принимающее решение предлагает сценарий обсуждения.

Можно рекомендовать для практической реализации сценарии, показанные в [3, 4].

Рассмотрим, например, случай, связанный с проектированием технологических процессов.

На определенных этапах проектирования технологических процессов экспертам представляются материалы, содержащие синтезированные решения по технологии и их технико-экономические показатели, и возможные варианты дальнейшего проектирования.

Если рассматриваются возможные решения по управлению технологическими процессами, то экспертам предоставляются материалы по синтезированным планам различных уровней (этап планирования), или динамические данные по выполнению ранее сформированных планов (этап управление технологическими процессами), и возможные управляющие воздействия.

Г. Эксперты, на основании материалов, сопоставляют каждому предложенному ЛПР варианту управляющего воздействия веса из непрерывного ряда чисел от 0 до 1, отражающие степень уверенности в нем (варианте) эксперта (0 – абсолютно не уверен, 1 – полностью уверен). Конечно, предполагается определенный временной интервал для проведения экспертизы.

Д. Производятся необходимые вычисления взвешенной оценки уверенности экспертов в том либо ином варианте.

Е. ЛПР с учетом советуемой оценки принимает решение.

Ж. Переходят в следующем шагу обсуждения

Методика принятия решений

Отдельного разговора заслуживает способ определения взвешенной уверенности всех врачей – экспертов. С этой целью была разработана на основе экспертных оценок база знаний на основе нечетких множеств [5]. Правила имеют вид:

(ЕСЛИ уверенность эксперта 1 с весом P_1 равна A_1) И

(ЕСЛИ уверенность эксперта 2 с весом P_2 равна A_2) И

(ЕСЛИ уверенность эксперта 3 с весом P_3 равна A_3) И

(ЕСЛИ уверенность эксперта n с весом P_n равна A_n) ТО

(взвешенная уверенность экспертов в результате равна B_i).

Лингвистическая переменная A_i имеет 3 терма: достаточная, средняя, недостаточная (рис. 1).

Лингвистическая переменная B_i имеет 5 термов: весьма надежная, надежная, сомнительная, ненадежная, весьма ненадежная (рис. 2).

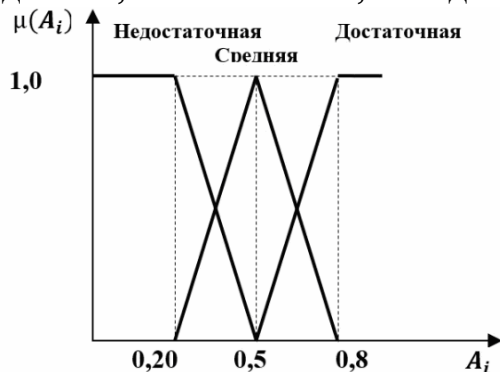


Рис. 1. Функция принадлежности лингвистической переменной A_i

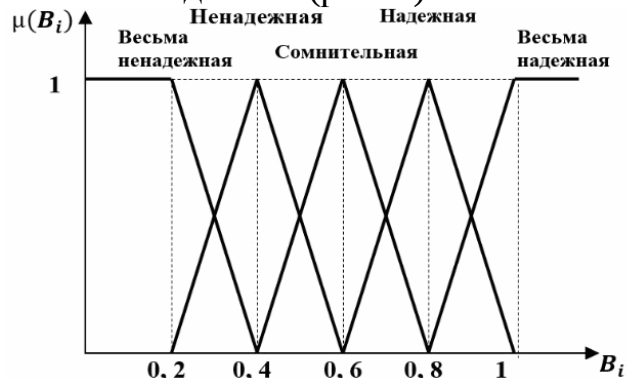


Рис. 2. Функция принадлежности лингвистической переменной B_i

Рассмотрим, как строится продукционная база нечетких правил определения взвешенной уверенности экспертов в эффективности определенного варианта в сценарии.

С этой целью были введены следующие правила создания моделей.

1. Веса врачей – экспертов P_i принимаются из ряда чисел, кратных k_i (k_i – целое число, равное или большее 1) раз минимальному из них, $P_{\min}$. $P_{\min} = \min\{P_1, P_{2i}, \dots, P_i, \dots, P_n\}$. Рекомендуется $P_{\min}$ принимать 0,1.

2. Делается предварительное преобразование подусловий по введенному правилу, когда одно подусловие заменяется k_i подусловиями, соединенными оператором «И».

Например, исходное подусловие имеет вид:

(ЕСЛИ уверенность эксперта i с весом $(k_i \times P_{\min})$) равна A_i) И.....

Заменяющие подусловия:

(ЕСЛИ уверенность эксперта i с весом $P_{\min}$ равна A_i И ЕСЛИ уверенность эксперта i с весом $P_{\min}$ равна A_i И ЕСЛИ уверенность эксперта i с весом $P_{\min}$ равна A_i) И.....

То есть исходное подусловие разбивается на k_i число подусловий.

3. Записываются с учетом п. 2 нечеткие продукционные правила определения взвешенной уверенности экспертов.

4. В продукционном правиле взаимно исключаются подусловия, содержащие значения лингвистической переменной A_i (достаточная $\Leftrightarrow$ недостаточная).

Например, исходное правило:

(ЕСЛИ уверенность эксперта 1 – достаточная И уверенность эксперта 1 – достаточная И уверенность эксперта 2 – недостаточная И уверенность эксперта 3 – достаточная И уверенность эксперта 3 – достаточная И уверенность эксперта 4 – средняя) ТО..

Преобразованное правило:

ЕСЛИ уверенность эксперта 1 – достаточная И уверенность эксперта 3 – достаточная И уверенность эксперта 3 – достаточная И уверенность эксперта 4 – средняя) ТО..

Можно увидеть, что в результате получаются продукционные правила, содержащие только смежные значения лингвистической переменной A_i .

С помощью экспертных оценок сформированы следующие нечеткие продукционные правила, определяющие значение лингвистической переменной B_i (взвешенная уверенность экспертов).

1. ЕСЛИ все подусловия содержат значение лингвистической переменной A_i достаточная ТО значение лингвистической переменной B_i – весьма надежная.

2. ЕСЛИ все подусловия содержат значение лингвистической переменной A_i недостаточная ТО значение лингвистической переменной B_i – весьма ненадежная.

3. **ЕСЛИ** число подусловий со значением лингвистической переменной A_i средняя [(превышает число подусловий со значением лингвистической переменной A_i – достаточная или недостаточная) **ИЛИ** (не более, чем на одно меньше числа подусловий со значением лингвистической переменной A_i достаточная или недостаточная)] **ТО** лингвистическая переменная B_i сомнительная.

4. **ЕСЛИ** [(число подусловий со значением лингвистической переменной A_i (достаточная) или (недостаточная) более, чем на одно превышает число подусловий со значением лингвистической переменной A_i – средняя] **ТО** лингвистическая переменная B_i – (надежная) или (ненадежная) соответственно.

Например: (**ЕСЛИ** уверенность эксперта 1 – достаточная **И** уверенность эксперта 3 – достаточная **И** уверенность эксперта 3 – достаточная **И** уверенность эксперта 4 – средняя) **ТО** значение лингвистической переменной B_i – надежная.

Фази-логическая конъюнкция подусловий выполняется по правилу минимума. Нахождение функций совместной принадлежности – по правилу нечеткой импликации Мамдани. Дефазификация взвешенной оценки уверенности врачей – экспертов (результат) рекомендуется выполнять по центроидному методу [5, 6].

Заключение

Таким образом, используя простейшие имеющиеся коммуникационные средства, и находящиеся в свободном доступе программные средства по нечеткому управлению [7], имеется возможность достаточно быстро реализовать методику поддержки принятия решений экспертами-работниками организации на основе обмена информацией и её автоматизированной обработки.

Надо отметить, что предлагаемый подход видится как дополнение к имеющимся, никоим образом не заменяя их. Его плюсы, – возможность перевода информации качественного вида в количественную, что позволяет повысить точность оценок.

Система предполагается открытой как с точки зрения привлечения новых экспертов, так и с точки зрения обновления базы знаний, что позволяет наилучшим образом использовать интеллектуальный капитал работников организации.

Список литературы

1. Колчин А.Ф., Овсянников М.В., Стрекалов А.Ф., Сумарков С.В. Управление жизненным циклом продукции. – М.: Анархист, 2002. – 304 с.
2. Бурдо Г.Б. Интеллектуальные процедуры планирования и управления в производственных системах геофизического приборостроения // Программные продукты и системы. – 2011. – №3(95). – С.107-110.
3. Бурдо Г.Б., Исаев А.А. Определение целевой функции при технологической подготовке на основе анализа ситуации в фирме // Нечеткие системы и мягкие вычисления (НСМВ-2014): Труды 6-й Всероссийской научно-практической конференции. – Санкт-Петербург: Политехника-сервис, 2014. – Т.2. – С. 80-89.
4. Бурдо Г.Б., Палюх Б.В., Семенов Н.А. Поддержка принятия решений при диспетчировании технологических процессов в машиностроении // Пятнадцатая национальная конференция

по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-2016): Труды конференции. – Смоленск: Универсум, 2016. – Т. 1. – С. 231-238.

5. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к понятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
6. Дьяконов В. П. MATLAB R2006/2007/2008 + Simulink 5/6/7: Основы применения. Изд-е 2-е, переработанное и дополненное. Библиотека профессионала. – М.: СОЛОН-Пресс, 2008. – 800 с.
7. Гаврилов А.В. Гибридные интеллектуальные системы. Монография – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. – 142 с.

Сведения об авторах:

Бурдо Георгий Борисович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой;

Испирян Нина Васильевна – старший преподаватель;

Испирян Светлана Рафаиловна – к.т.н., доцент;

Мединцев Станислав Викторович – к.т.н., старший преподаватель;

Галкина Марина Владимировна – старший преподаватель.