АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ВЫБОРА НАИЛУЧШЕЙ ДОСТУПНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА

Панова Светлана Анатольевна
доцент, доктор технических наук
Московский Государственный Университет информационных технологий, радиотехники и электроники МИТХТ,
Финансовый университет при Правительстве РФ
г. Москва

Тишаева Ирина Романовна
кандидат технических наук, ст. преподаватель
Московский Государственный Университет информационных технологий, радиотехники и электроники МИТХТ
г. Москва

Гончаров Иван Андреевич
студент
Московский Государственный Университет информационных технологий, радиотехники и электроники МИТХТ

г. Москва

АННОТАЦИЯ
С использованием метода нечетких множеств предложен алгоритм выбора наилучшей доступной технологии.
ABSTRACT
Using the method of fuzzy sets the algorithm of a choice of the best available technology.
Ключевые слова: многокритериальный выбор, наилучшая доступная технология, нечеткие множества
Keywords: multicriteria choice of the best available technology, fuzzy sets

Проблема научно обоснованного выбора технологии производства в условиях многокритериального управления является чрезвычайно актуальной задачей для любого предприятия [1]. Сегодня ситуация осложняется еще и тем, что кроме традиционных технологических и экономических аспектов при выборе технологий производства необходимо реально учитывать экологические требования. Переход российского производства продукции на наилучшие доступные технологии (НДТ) и выдача предприятиям комплексных природоохранных разрешений только в случае подтверждения использования технологии, идентифицированной как наилучшая доступная технология, окончательно определены Федеральным законом от 21.07. 2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» [2].

Исходные данные для выбора технологии в качестве наилучшей доступной являются исключительно сложными и противоречивыми. Это обусловлено гетерогенностью системных факторов и измеряемых показателей, связанных разнородными критериями, а также требованиями и ограничениями распределенного характера объекта контроля – природной среды и элементов химико-технологической системы.

На основании схемы Беллмана-Заде [3] предложен алгоритм принятия решений в нечетких условиях многокритериального анализа вариантов при неравновесных критериях.

В качестве примера задачи выбора технологии как наилучшей доступной рассмотрены технологии производства химических продуктов. С одной стороны, выбор технологий производства химических продуктов достаточно велик, а с другой стороны, практически все крупные химические предприятия в соответствии с [2] обязаны получить комплексное экологическое разрешение, основным условием выдачи которого является подтверждение внедрения на предприятии наилучшей доступной технологии. Для технологий производства химической продукции наиболее значимые критерии были разбиты на три кластера – технологический, экологический и экономический.

На предварительном этапе производится отбор оптимальных по Эджворту-Парето технологий производства. Число критериев оценки технологий в задаче может быть произвольное. В нашем примере были использованы 15 критериев, характеризующих с технологической, экологической и экономической сторон четыре технологии производства, претендующих на роль НДТ.

При работе над матрицей парных сравнений важности критериев эксперты неизбежно столкнутся с трудностью согласованности матрицы размеров 15x15, так как им придется ответить на вопросов, связанных друг с другом. Предлагается провести решение многокритериальной задачи оптимизации в два этапа.

На первом этапе все множество критериев разбивается на три условно независимых друг от друга кластера. Затем по каждому кластеру методом анализа иерархий сначала вычисляются приоритеты критериев в терминах важности, затем приоритеты альтернатив, показывающие степень соответствия альтернатив требованиям критериев. С помощью математического ап-

парата теории нечетких множеств находятся значения функций принадлежности каждой из четырех технологий.

На первом этапе получены следующие результаты.

По каждому критерию получены экспертные парные сравнения проектов. Построены 15 матриц парных сравнений размера 4x4. Для каждой матрицы с помощью программного комплекса Wolfram Mathematica [5] найдены число и вектор Фробениуса, а также вычислен индекс согласованности. Каждый вектор Фробениуса нормируется, в результате получены 15 нечетких множеств функций принадлежности 4 технологий по каждому критерию.

Далее для каждого кластера строится матрица экспертных парных сравнений, размер которой равен количеству критериев в данном кластере.

Для каждой матрицы найдены число Фробениуса и проверена согласованность матрицы. Нормируя вектор Фробениуса, найдены коэффициенты относительной важности критериев. При неравновесных критериях степени принадлежности нечеткого множества найдены по формуле: $\mu_D(T_j) = \min_{i=\overline{1,m}}(\mu_{S_i}(T_j)^{\alpha_i}, \quad j=\overline{1,n}$

где $\mu_{S_i}(T_j)$ – функция принадлежности j-ой технологии по i-му критерию, – коэффициент относительной важности критерия Si .

С учетом (6) для каждой группы критериев на первом этапе получены нечеткие множества степени принадлежности:

$D_{\acute{Y}} = \{0{,}792(T_1);\ 0{,}777(T_2);\ 0{,}796(T_3);\ 0{,}723(T_4)\}$ (экологические)

$D_{K} = \{0{,}892(T_1);\ 0{,}822(T_2);\ 0{,}737(T_3);\ 0{,}692(T_4)\}$ (технологические)

$D_{\ddot{K}} = \{0{,}722(T_1);\ 0{,}839(T_2);\ 0{,}804(T_3);\ 0{,}929(T_4)\}$ (экономические). (4)

Результаты ранжирования по каждой технологии представлены на рис. 1.

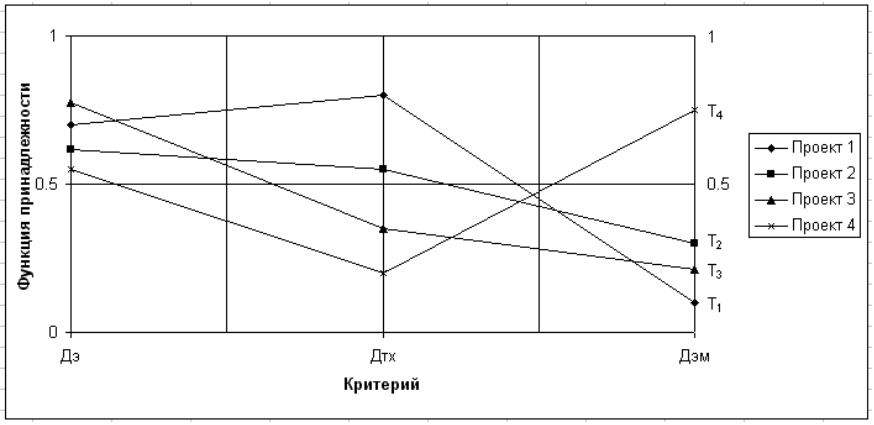

Рисунок 1. Графики функций принадлежности нечетких множеств(2-4)

Как видно из представленных данных, ни одна из технологий не является предпочтительной по всем кластерам критериев. Для принятия однозначного решения необходимо сравнить кластеры критериев.

На втором этапе вычисляются степени относительной важности самих кластеров критериев, считая их зависимыми, и на основе схемы Беллмана-Заде принятия решений в нечетких условиях многокритериального анализа при неравновесных критериях делается вывод о том, какая технология является НДТ.

На втором этапе получены следующие результаты.

Построена матрица экспертных парных сравнений важности групп критериев, для которой найдены число Фробениуса и нормированный вектор Фробениуса. С учетом коэффициентов относительной важности построены нечеткие множества степени принадлежности технологий по каждому кластеру. Пересечение этих нечетких множеств является решением задачи. Результаты сведены в таблицу 1:

Таблица 1.

Нечеткое множество степени принадлежности технологий по всем критериям

Матрица парных сравнений кластеров	Число Фробениуса	Вектор Фробениуса	Коэфф. относ. важности	Нечеткие множества функций принадлежности технологий с учетом степени относительной важности кластеров критериев
$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1/2 & 1 & 2 \\ 1/3 & 1/2 & 1 \end{pmatrix}$	3,005	$\begin{pmatrix} 0{,}847 \\ 0{,}466 \\ 0{,}256 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0{,}54 \\ 0{,}3 \\ 0{,}16 \end{pmatrix}$	$D_Э = \{0{,}792(T_1);\ 0{,}777(T_2);\ 0{,}796(T_3);\ 0{,}723(T_4)\}$ $D_{TX} = \{0{,}892(T_1);\ 0{,}822(T_2);\ 0{,}737(T_3);\ 0{,}692(T_4)\}$ $D_{ЭК} = \{0{,}722(T_1);\ 0{,}839(T_2);\ 0{,}804(T_3);\ 0{,}929(T_4)\}$

$D = \{0{,}722(T_1);\ 0{,}777(T_2);\ 0{,}737(T_3);\ 0{,}692(T_4)\}$ - пересечение нечетких множеств $D_{ЭК}$, D_{TX} и $D_Э$.

Данный результат свидетельствует о преимуществе технологии T_2. Эта технология лучше других одновременно удовлетворяет всем критериям с учетом их важности.

Для оптимизации ранжирования проектов технологий по критериям разработано программное средство. В основу заложен механизм решения задачи многокритериального выбора альтернатив методами нечеткого вывода на основе базы правил и на основе метода анализа иерархий.

Список литературы

1. Панова С.А. Тишаева И.Р. Подходы к идентификации наилучших доступных технологий в российском нефтегазохимическом комплексе. //Автогазозаправочный комплекс плюс альтернативное топливо, - 2014. - № 10.

2. Федеральный закон от 21.07. 2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

3. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений: пер. с англ. / Л. А. Заде. — М.: Мир, 1976. -165 с.

4. Панова С.А., Тишаева И.Р. Системная модель наилучшей доступной технологии.// Вестник МИТХТ, - 2014. - №5.

5. Программный комплекс Wolfram Mathematica URL: http://www.wolfram.com/mathematica/

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ЭЛЕМЕНТАХ РИГЕЛЯ

Родин Станислав Владимирович
кандидат техн. наук, доцент, заведующий кафедрой
Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского
г. Симферополь

Перминов Дмитрий Андреевич
ассистент
Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского
г. Симферополь

ASSESSMENT OF INFLUENCE OF GEOMETRICAL PARAMETERS ON DISTRIBUTION OF TENSION IN CROSSBAR ELEMENTS

Rodin Stanislav, Candidate of science, assistant professor, head of department Crimean federal university name V.I. Vernadskogo, Simferopol
Perminov Dmitriy, assistant Crimean federal university name V.I. Vernadskogo, Simferopol

АННОТАЦИЯ

Рассматривается методика определения напряжений в поясе ригеля рамного узла стального каркаса с колонной коробчатого сечения.

ABSTRACT

The technique of definition of tension in a belt of a crossbar of frame knot of a steel framework with a column of box-shaped section is considered.

Ключевые слова: колонна; пояс; напряжения; жесткость.
Keywords: column; belt; tension; rigidity.

В промышленном и гражданском строительстве наибольшее распространение получили стальные рамные и рамно-связевые каркасы. В таких каркасах наиболее сложным и ответственным элементом каркаса, от надежности которого зависит несущая способность и жесткость здания, является узловое сопряжение ригеля с колонной.

При исследованиях работы рамных узлов, применяемых в отечественной и зарубежной строительной практике, было выявлено, что наиболее уязвимым местом является зона сварных швов, прикрепляющих пояса ригеля к стенке колонны. А наличие концентраторов напряжений и дефектов в зоне сварных швов, вероятность появления которых в условиях строительной площадки увеличивается, при высоких напряжениях в поясах ригеля может приводить к разрушению.

В отечественных нормах не уделялось и не уделяется должного внимания проектированию узловых соединений. Возникает проблема адекватности расчета рамных узлов. В большинстве случаев это связано с отсутствием полной информации по фактическому напряженному состоянию рамного узла. Кроме того, по формулам определяются усредненные значения и методика расчета элементов рамного узла основана на допущениях, исключающих возможность появление концентрации напряжений. Поэтому определение значения коэффициента концентрации нормальных напряжений (далее коэффициента концентрации напряжений) в околошовной зоне в поясе ригеля является одним из важных вопросов.

Исходя из выше изложенного, рассмотрим наиболее нагруженные элементы узла рамного каркаса с колоннами коробчатого сечения.

С этой целью рассмотрим распределение напряжений в поясе ригеля.

Как известно [1, 2], в поясе ригеля эпюра распределения напряжений имеет вид параболы. На рисунке 1 показано параболическое распределение продольных нормальных напряжений и линейное распределение по элементарной теории сопротивления материалов.