

УДК 65.011.3

Ю.Ю. ГУСЕВА

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

МНОГОМЕРНЫЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РИСКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА НАУКОЕМКОЙ ТЕХНИКИ

В статье реализован системный подход к процессу технической подготовки производства наукоемкой техники. Выделены входные параметры-факторы, выходные параметры-свойства, управляющие параметры, параметры, связанные с ошибками при принятии решений. Применение кластерного анализа позволило выделить среди факторов множества «управляющие параметры» группы, характеризующиеся разной степенью риска. Проведена кластеризация этих факторов по двум признакам – вероятность возникновения фактора и величина влияния фактора на дальнейший ход работ (в качестве исходных данных использовались экспертные оценки).

риск, техническая подготовка производства, многомерный анализ, кластерный анализ, наукоемкая техника, системный подход

Введение

Объект наукоемкой техники представляет собой техническую систему, включающую в себя ряд сложных модулей и менее сложных агрегатов и узлов, большое количество деталей, неподвижных и подвижных соединений, находящихся во взаимодействии и взаимосвязи и образующих совместно единое динамическое целое. Для сложной техники характерно также применение широкой номенклатуры конструкционных материалов, технологий изготовления, разнообразие конфигурации и размеров, достаточно частая смена схем и входных данных.

На объект сложной техники действует большое количество детерминированных и случайных факторов. Вследствие воздействия большого количества во многом неопределенных факторов и их сочетаний потребительские свойства изделий оказываются неустойчивыми, вероятностными.

1. Формулирование проблемы

Практика показывает, что основными этапами, определяющим успешность проекта по производству и разработке нового образца техники, являются

этапы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также технической подготовки производства (ТПП), на которых закладываются технические характеристики объекта. Оптимальность конструкции и техпроцесса позволяют максимизировать возврат финансовых инвестиций в проект. Необходимо определить важнейшие факторы, влияющие на эффективность ТПП, оценить их влияние на длительность и стоимость ТПП, разработать методику, которая позволит определить направления вложения финансовых средств. Это будет способствовать наиболее рациональному распределению ресурсов в системе, а также сокращению нерациональных затрат, в том числе, за счет сокращения длительности ТПП.

2. Решение проблемы

Процесс ТПП сложного объекта можно представить в виде системы, состоящей из решений, принимаемых на различных этапах жизненного цикла относительно исходных подсистем, элементов объекта техники и взаимосвязей между ними.

С внешним окружением, в том числе социальной и организационной средой система связана сово-

купностью параметров, которые в зависимости от характера и степени воздействия на систему можно разделить на следующие множества:

– входные параметры-факторы $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, непосредственно влияющие на систему и определяющие ее свойства. Для рассматриваемой системы подготовки производства входными параметрами являются условия ТЗ;

– выходные параметры-свойства $Y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$, представляющие собой результаты проектирования (значения технических и иных характеристик);

– управляющие параметры $U = (u_1, u_2, \dots, u_k)$, воздействие которых обеспечивает регулирование и поддержание заданных условий существования системы. В рассматриваемой системе управляющими параметрами являются принимаемые в процессе проектирования изделия и техпроцесса его производства решения;

– неконтролируемые параметры $R = (R_1, R_2, \dots, R_l)$, связанные с ошибками при принятии решений. Комплекс факторов R определяет качественную сторону функционирования системы.

Поскольку входные параметры $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ задаются заказчиком и являются внешними по отношению к системе, а выходные параметры определяются комплексами факторов $Y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$, $U = (u_1, u_2, \dots, u_k)$ и $R = (R_1, R_2, \dots, R_l)$, анализ системы необходимо начинать с комплекса факторов U и R , определяющих, соответственно, решения, принимаемые в процессе проектирования объекта техники и техпроцесса его производства, и ошибки, возникающие при принятии этих решений.

Каждый из факторов U характеризуется множеством показателей. В рамках данного исследования рассматриваются четыре показателя [1]: вероятность возникновения ошибочного решения p ; коэффициент влияния этой ошибки на возникновение дефекта k ; коэффициент, учитывающий влияние фактора на дальнейшее выполнение проекта kn ; длительность работ по устранению негативных последствий про-

явления фактора t . Учитывая этот факт, целесообразно применение методов многомерного анализа для дальнейших исследований.

Под кластерным анализом понимается задача разбиения исходных данных на поддающиеся интерпретации группы, таким образом, чтобы элементы, входящие в одну группу были максимально "схожи" (по какому-то заранее определенному критерию), а элементы из разных групп были максимально "отличными" друг от друга. Наиболее распространенными методами кластерного анализа являются иерархическое группирование и метод К-средних. Метод К-средних основан на минимизации суммы квадратов расстояний между каждым элементом исходных данных и центром его кластера, т.е. функции

$$\sum_{i=1}^N d(x_i, \mu_j(x_i))^2,$$

где d – метрика, x_i – i -й элемент данных, а $\mu_j(x_i)$ – центр кластера, которому на j -й итерации приписан элемент x_i [2].

Применение кластерного анализа позволит выделить среди факторов множества U группы, характеризующиеся разной степенью риска. Так, для двумерного случая (при группировке факторов риска по признакам вероятности возникновения фактора и влияния фактора на дальнейший ход работ), можно получить следующие группы (зона риска): ①, ④ – зоны умеренного риска; ② – зона максимального риска; ③ – зона минимального риска (рис. 1).

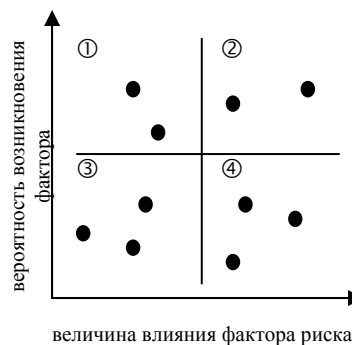


Рис. 1. Группировка факторов риска

В работе [3] предложены пути оценки показателей, характеризующих факторы U (технологические и конструкторские факторы, решения). В частности, экспертам было предложено оценить степень влияния конструктивно-технологических факторов на технико-экономические параметры изделий и вероятность проявления этих факторов, а также длительность доводки по основным параметрам. В процессе исследования была, в том числе, получена оценка влияния технологических факторов на такую технологическую характеристику плунжерного насоса, как подача. Среди технологических факторов были выделены следующие: методики проектирования техпроцесса (С1), вид заготовки (С2), точность расчета режимов обработки (С3), выбор оборудования (С4), выбор средств технологического оснащения (С5), настройка оборудования (С6), точность оборудования (С7), жесткость системы СПИД (станок-приспособление-инструмент-деталь) (С8), износ инструмента (С9), вибрация в процессе обработки (С10), контроль размеров (С11), расчет технологической системы на точность и жесткость (С12), квалификация исполнителя (С13), точность программ СЧПУ (С14), испытания (С15).

Проведена кластеризация этих факторов по двум признакам – вероятность возникновения фактора (ошибочного решения) и величина влияния фактора на дальнейший ход работ (использовались экспертные оценки). Результаты иерархической группировки представлены на рис. 2.

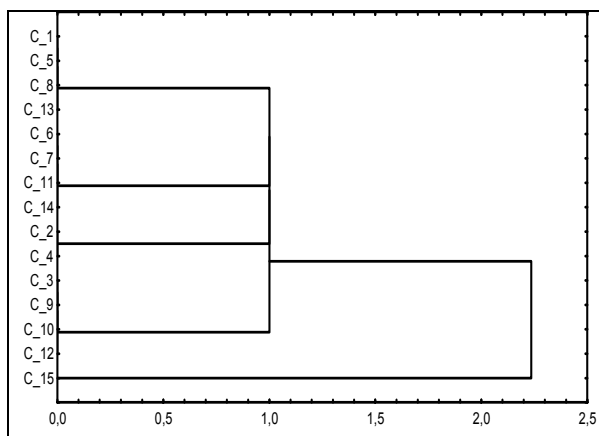


Рис. 2. Результаты кластерного анализа

В результате анализа методом К-средних получено три кластера:

- в зону минимального риска попали факторы С3, С9, С10, С12, С15;
- в зону умеренного риска попали факторы С2, С4, С6, С7, С11, С14;
- в зону максимального риска попали факторы С1, С5, С8, С13.

Заключение

Таким образом, применение кластерного анализа позволило провести сравнительный анализ технологических и конструкторских факторов с точки зрения риска их негативного влияния на процесс ТПП. Результаты группировки факторов можно использовать при планировании мероприятий по повышению качества ТПП, а также при распределении финансовых ресурсов между работами и исполнителями.

Литература

1. Гусева Ю.Ю. Оцінка впливу конструкторсько-технологічних факторів ризику на тривалість ТПВ авіаційних двигунів на основі нечітких множин // Вестник двигателестроения. – 2003. – № 1. – С. 58-61.
2. Гончаров М. Кластерный анализ // Сайт «Технологии добычи знаний и интеллектуального анализа данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.BusinessDataAnalytics.ru>.
3. Божко В.П., Гусева Ю.Ю. Управление экономическими потерями при принятии технических решений в авиационном производстве // Системы обработки інформації. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ, 2002. – Вип. 5 (21). – С. 129-133.

Поступила в редакцию 20.05.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Е. Ведь, Национальный технический университет «ХПИ», Харьков.