

Т.М. Кадильникова, Л.Ф. Сушко, В.А. Кулик

**КОНТРОЛЬ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ  
ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ  
СИТУАЦИОННОГО АНАЛИЗА**

*Анотація. У статті розглянуті питання ухвалення правильного управлінського рішення при діагностиці стану технічних об'єктів. Для вирішення цих завдань пропонується використання технологій ситуаційного аналізу. Розглядається можливість використання факторного і кореляційного аналізу для виявлення основних структурних параметрів.*

*Ключові слова: управлінське рішення, діагностика стану, ситуаційний аналіз.*

**Актуальность темы**

Технико-экономические показатели технических объектов неразрывно связаны с затратами на ремонт и обслуживание в процессе их эксплуатации. В то же время из-за несовершенства методов и средств технического обслуживания порой создаются ситуации, когда значительное число машин и механизмов направляется на ремонт необоснованно. Анализ и диагностика технических объектов помогают точно определить факторы, влияющие на функционирование, а, следовательно, способствуют принятию правильного управленческого решения. На основании проведенного анализа можно определить негативные моменты, которые необходимо ликвидировать или так скорректировать, чтобы уровень отрицательного воздействия снизился. Решение этих проблем необходимо для предотвращения нежелательного развития ситуации в их эксплуатации. Технологии ситуационного анализа позволяют не ограничиваться принятием управленческого решения в конкретной ситуации, а, основываясь на более глубоком анализе ситуации, обоснованно принимать долговременные управленческие решения, вплоть до корректировки режимов их функционирования.

### **Анализ последних исследований и публикаций**

В рассмотренных источниках литературы [1-5] представлены обзоры инструментальных и параметрических методов диагностики. Параметрический метод заключается в периодическом или непрерывном наблюдении за рабочими параметрами с помощью штатных средств технической диагностики, в сравнении их с допустимыми величинами и принятии решений по выполнению регулировочных или ремонтных операций. Оценку технического состояния средств в этом случае проводят как по частным, так и по обобщенным показателям. Частные показатели оцениваются по соответствующим штатным приборам. К обобщенным показателям относятся: мощность, производительность, удельный расход энергии или топлива и т.п. Инструментальный метод заключается в оценке технического состояния деталей и узлов с помощью универсальных или специализированных измерительных инструментов, как правило, на неработающем или частично разобранном оборудовании, что негативно сказывается на экономических показателях предприятия из-за вынужденных простоев оборудования.

Как параметрические, так и инструментальные методы не могут указывать на причину изменения параметров без дополнительных исследований, а, следовательно, не могут рассматриваться как основные и должны использоваться только в сочетании с другими методами для представления целостной картины текущего состояния объекта. Современные разработки в целом позволяют справиться с поставленной задачей, но обладают следующими недостатками:

- высокой стоимостью;
- отсутствием мобильности;
- низкой точностью и достоверностью полученных результатов;
- морально устаревшей технической базой;
- небольшим числом съемных параметров [2].

### **Цель работы**

Целью работы является применение ситуационного анализа для контроля текущего состояния технических объектов в процессе их эксплуатации.

Достижение поставленной цели требует решения следующих задач:

- 1) определить теоретические основы анализа и диагностики ситуации;
- 2) рассмотреть этапы ситуационного анализа;
- 3) выявить основные методы, применяемые при анализе ситуации;
- 4) рассмотреть анализ ситуации.

#### **Изложение основного материала исследования**

Для адекватного представления состояния технического объекта, как правило, используются не только количественные данные, но и данные качественного характера. Это обеспечивается с помощью широко используемых в процессе принятия решений экспертных технологий. Целесообразной при получении и обработке информации о текущем состоянии является подготовка аналитического материала, отражающего основные особенности и тенденции развития ситуации.

Чтобы иметь возможность установить динамику развития ситуации под воздействием тех или иных факторов, необходимо перейти к количественным методам, вводя в рассмотрение количественные представления факторов в виде переменных, значения которых могут изменяться в том или ином диапазоне в зависимости от внешних или внутренних воздействий, и называются структурными параметрами.

Произведем формализацию задачи принятия решений.

Обозначим для представленной задачи через  $X$  множество векторов состояний;  $P$  – множество векторов параметров задачи;  $\Omega$  – множество векторов внешних возмущений (состояний внешней среды);  $Y$  – множество векторов выходных переменных. Тогда математическая модель задачи принятия решений описывается отображением  $y$  вида:

$$y : X \times P \times \Omega \rightarrow Y \quad (1)$$

В зависимости от вида отображения существуют различные типы моделей. Так, в зависимости от степени изменчивости параметров и внешних возмущений, модели могут быть статическими или динамическими. Если параметры  $P$  и внешние возмущения  $\Omega$  остаются неизменными во времени, то математическая модель будет статической. В противном случае, имеем динамическую модель ситуации принятия решений. Отображение  $y$ , описывающее динамическую модель, может быть задано различными классами дифференциальных и разностных уравнений.

Математические модели различаются также видом внешних возмущений, которые могут быть как детерминированными, так и случайными.

Если возмущения не случайные, то их можно отнести к параметрам  $P$ , и тогда детерминированная модель будет описываться отображением вида

$$y : X \times P \rightarrow Y \quad (2)$$

Если же возмущения являются случайными, то имеем стохастическую модель задачи принятия решений, которая описывается общим отображением (1). В этом случае выходные переменные будут также случайными, их распределения при заданных параметрах  $P$  будут определяться распределениями внешних возмущений.

В случае наличия  $n$  возможных результатов  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , между которыми установлено отношение предпочтения:  $x_1 \succ x_2 \succ \dots \succ x_n$ , Определяем величину  $\alpha_1$  из условия  $\alpha_1 U(x_1) = U(x_2)$ .

Аналогично определяем  $\alpha_2 U(x_2) = U(x_3)$ ,  $\alpha_n U(x_n) = U(x_{n-1})$ .

Положив полезность наименее предпочтительного результата  $x_n$  равной 1, находим:

$$\begin{aligned} U(x_n) &= 1; \\ U(x_{n-1}) &= \frac{1}{\alpha_{n-1}}; \\ U(x_{n-2}) &= \frac{1}{\alpha_{n-2} \cdot \alpha_{n-1}}; \\ &\dots \\ U(x_1) &= \frac{1}{\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_{n-1}}. \end{aligned} \quad (3)$$

Составляем возможные комбинации результатов, а затем устанавливаем их предпочтение относительно отдельных результатов  $x_1, x_2, \dots, x_n$  на основе обработки статистической информации, классифицируя параметры задачи как существенные, так и несущественные, основные и неосновные, внутренние и внешние.

По результатам обработки статистических данных может производиться детализация либо, наоборот, укрупнение параметров. Рассчитанные на основании обработки данных коэффициенты влияния каждого из выделенных параметров позволяют, с одной стороны, оп-

ределить ранжирование по важности, т. е. расположить параметры в порядке убывания их важности, а с другой – получить формулу для расчета ожидаемых значений показателей, характеризующих ситуацию, при том или ином изменении значений.

Благодаря полученным результатам можно более обоснованно оценивать ожидаемые изменения ситуации при тех или иных ожидаемых изменениях параметров вследствие наметившихся тенденций либо управленческих воздействий, целесообразность которых устанавливается в процессе использования технологий ситуационного анализа.

Избыток информации о параметрах, определяющих развитие ситуации, приводит к снижению качества проводимого ситуационного анализа, сопровождается понижением размерности задачи принятия решения, способствует установлению наиболее существенных факторов, определяющих развитие ситуации.

Для выявления структурных параметров, определяющих развитие ситуации, могут быть использованы специально разработанные методы, такие, как факторный и корреляционный анализ, многомерное шкалирование и др. Эти же методы используются и для установления сравнительной важности, весомости признаков при формировании динамики развития ситуации, а также характера их влияния.

При наличии индексов важности либо весомости признаков целесообразно также определение пороговых значений, превышение или приближение к которым должно вызывать соответствующие управленческие решения и действия со стороны лица, принимающего решение. На основании проведенного анализа ситуации определяются наиболее чувствительные моменты, которые могут привести к нежелательному развитию событий, и возникающей в связи с этим проблемы в функционировании технических объектов. Решение этой проблемы необходимо для предотвращения нежелательного развития ситуации, связанной с поломкой и простоем оборудования.

Анализ поступившей информации о ситуации принятия решения начинается с поиска возможных аналогов, предусмотренных технической документацией. Информация об аналогах представлена в виде некоторой эталонной информационной базы.

Эта база характерна тем, что о ней достаточно много известно, даже то, какие решения принимались, каковы результаты принятых

решений и какие решения приводят к цели. Информация об аналогичной эталонной ситуации передается экспертной комиссии для подготовки окончательного заключения. Если возникшая ситуация такова, что кажется близкой к одной из эталонных ситуаций, то необходимо оценить, насколько существенны имеющиеся различия.

Иногда различия в ситуации, на первый взгляд не очень существенные, могут приводить при одних и тех же действиях к противоположным результатам. И в этом случае информация в соответствующей эталонной ситуации передается экспертной комиссии для выработки окончательного заключения, при этом выделяются следующие подсистемы:

1. Подсистема анализа проблемной ситуации. Основным назначением подсистемы является формирование набора входных величин на основе распознанного изображения исследуемого объекта и полученных дополнительных характеристик исследуемого объекта.

2. Интеллектуальная подсистема поиска решений – основная подсистема, на которую возлагаются функции разрешения сложившейся ситуации с диагностируемым объектом на основе реализации набора моделей и методов.

3. Подсистема советов и объяснений – подсистема, которая способна при помощи интеллектуальной подсистемы поиска решений «предложить совет или осуществить решение поставленной задачи», т.е. вывести набор выходных величин  $Y$  для разрешения сложившейся ситуации с диагностируемым объектом.

4. Подсистема приобретения знаний и модификации системы, предназначенная для получения и идентификации новых знаний, как от пользователя через пользовательский интерфейс, так и от интеллектуальной подсистемы поиска решений после разрешения новой ситуации.

5. Пользовательский интерфейс предназначен для корректной передачи ответов технологу в процессе диагностики объекта в удобной для него форме и для манипуляций со знаниями.

6. Подсистема хранения информации, которая содержит в себе три составляющие:

- база данных (предназначена для хранения количественной информации о диагностируемых объектах);

- база прецедентов (предназначена для хранения набора вариантов, используемых разрешения сложившейся ситуации с диагностируемым объектом);

- база знаний (предназначена для хранения качественной информации в виде экспертных заключений).

7. Подсистема интеграции с внешними источниками знаний, которая предназначена для взаимодействия пользовательского интерфейса с разными информационными системами, с целями получения новых знаний и легкой адаптации на новом производственном комплексе.

### **Выводы**

При контроле текущего состояния технических объектов в процессе их эксплуатации в настоящее время наблюдается основных тенденции: 1) получать диагностические признаки путем простой обработки большого числа измеряемых параметров; 2) получать указанные признаки путем сложной обработки малого числа измеряемых параметров. Вторая тенденция предполагает построение математической модели на основе ситуационного анализа, определение структуры полученной системы в виде совокупности подсистем, а также выявление свойств её элементов и причинно-следственных связей, присущих системе с учетом специфики диагностики и объекта.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Okude; Keiichi. Control device for a diesel engine. United States Patent Application 20060219214. October 5, 2006.
2. Ф.Я. Балийкий, М.А. Иванова, и др. Виброакустическая диагностика зарождающихся дефектов - М.: Наука, 1984. 6. Mick Corse, Diagnostic valve system of diesel engine. United States Patent Application 6705258. Mar.16, 2004.
3. Kumar; Sanath V.; DOC and particulate control system for diesel engines December United States Patent Application. 21, 2005.
4. Uchiyama; Ken; United States Patent Application 20060054132. March 16, 2006.
5. Ле Ван Дием. Модели и алгоритмы технического диагностирования судовых дизельных установок в процессе эксплуатации: диссертация к.т.н.: 05.13.06 СПб., 2006 177 с. РГБ ОД, 61:07-5/451.