

УДК 65.011.56

Е.А. Гаврилюк¹, С.А. Манцеров², С.Г. Синичкин²**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ
АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИМИ АГРЕГАТАМИ**Филиал ОАО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» - Инженерно-технический центр¹,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева²

Приведена методика оценки технического состояния сложных программно-технических объектов, на примере систем автоматического управления (САУ) газоперекачивающими агрегатами (ГПА). Статья посвящена исследованию методологии расчёта и возможности применения универсального количественного показателя – индекса технического состояния (ИТС) для задач диагностики и прогнозирования.

Ключевые слова: индекс технического состояния (ИТС), оценка технического состояния, система автоматического управления, газоперекачивающий агрегат, диагностирование, прогнозирование.

Как известно, основным способом транспорта газа является трубопроводный. Для поддержания заданного расхода транспортируемого газа путем повышения давления (компримирования) через определенные расстояния вдоль трассы газопровода устанавливаются компрессорные станции (КС).

Повышение давления газа на выходе КС осуществляется с помощью газоперекачивающих агрегатов (ГПА). ГПА является ключевым элементом всей газотранспортной системы, поэтому роль управления, диагностирования, контроля и защиты ГПА возложена на систему автоматического управления (САУ).

Стабильность всей газотранспортной системы (ГТС) напрямую зависит от надёжности и безопасности работы газоперекачивающего оборудования и систем их управления. Для оценки надёжности ГТС необходим системный, комплексный подход, рассматривающий надёжность всех элементов системы.

Представляется проект методики оценки технического состояния оборудования САУ ГПА. Оценка технического состояния основывается на системе показателей, конфигурация которой связана со структурой оборудования. Для расчета этих показателей используются разнородные данные как объективного (инструментального), так и субъективного (результаты осмотров, инспекций, экспертных оценок состояния) контроля. На основе данной информации формируется единая база данных, служащая платформой для комплексной оценки состояния, которая учитывает влияние разнородных параметров и различных структурных единиц на оборудование в целом.

Количественной оценкой технического состояния оборудования является безразмерная числовая величина, которая называется Индексом технического состояния (ИТС) и получается в результате выполнения определенного алгоритма. Величина ИТС характеризует состояние объекта с точки зрения соответствия его параметров нормативным значениям с учетом значимости (веса) каждого параметра.

Параметром является паспортная характеристика оборудования или характеристика, получаемая в результате диагностики или осмотра оборудования. Для того чтобы получить безразмерный ИТС, количественные и качественные значения параметров переводятся в целочисленные дискретные значения, отражающие степень соответствия параметра его номиналу.

Оценка технического состояния оборудования включает в себя несколько этапов, представленных в виде схемы (рис. 1).

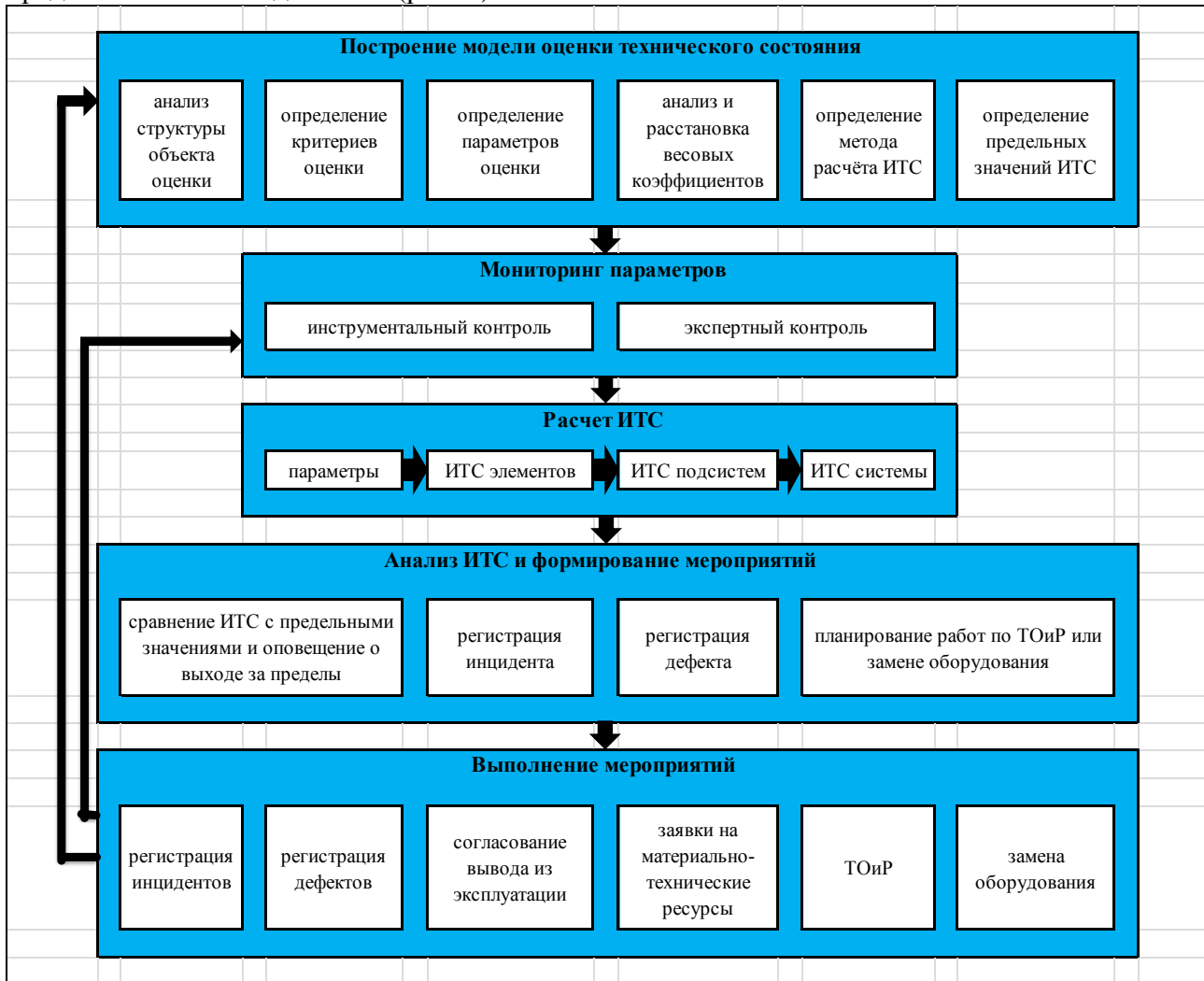


Рис. 1. Этапы оценки технического состояния

Построение модели является опорным, наиболее ответственным этапом. На рис. 2 показан пример структурирования САУ ГПА и составляющие ИТС.

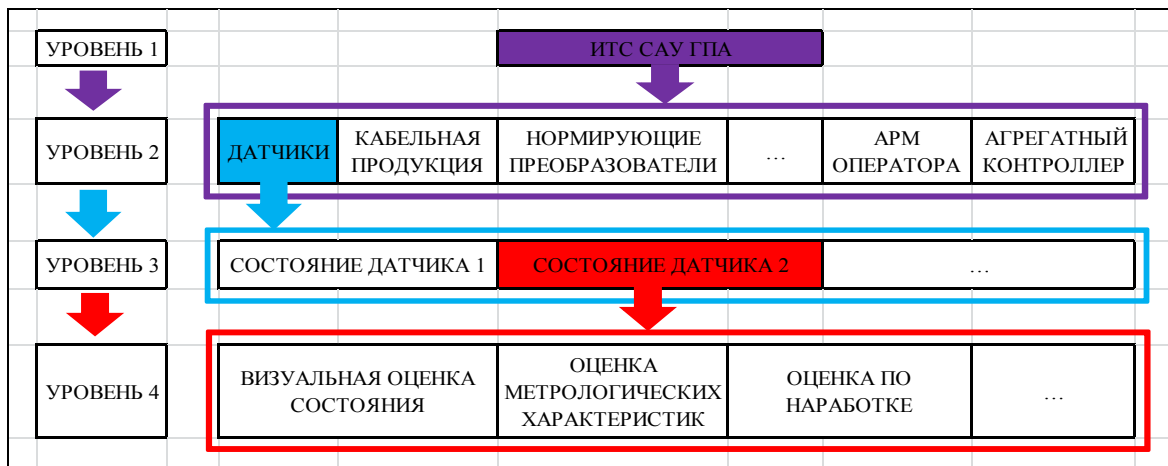


Рис. 2. Составляющие ИТС САУ ГПА

ИТС всей САУ ГПА (уровень 1) определяется по совокупности ИТС уровня 2, который представляет собой перечень выделенных подсистем, влияющих на состояние САУ ГПА. В свою очередь, ИТС второго уровня определяются по критериям (уровень 3), влияние которых на состояние каждой подсистемы учитывается весовыми коэффициентами. Критерии рассчитываются на основе параметров (уровень 4), с помощью которых оценивается состояние того или иного элемента. Для расчета одного критерия может использоваться как один, так и несколько параметров. Следует отметить, что можно ограничиться лишь тремя уровнями структурирования, исключив разбиение САУ ГПА на подсистемы.

В отличие от объекта оценки, описанного в работе [1], одними из основных элементов САУ ГПА являются программные средства (основное и вспомогательное ПО), которые, бесспорно, оказывают влияние на техническое состояние САУ. Эти элементы также возможно и необходимо включить в структуру САУ ГПА и расчет ИТС вести с учётом этих программных составляющих. В этом случае вполне рациональным становится применение существующих универсальных методов оценки технического состояния ПО.

Шкала (интервал) ИТС формируется на основании экспертных оценок и включает граничные значения для анализа ИТС. Наиболее удобной представляется 100-балльная шкала, где 100 - наилучшее соответствие номиналу, 0 - наихудшее. В соответствии с этой шкалой определяется техническое состояние и, соответственно, её надежность как элемента системы, так и системы в целом.

Для различных значений ИТС, попадающих в тот или иной интервал, разрабатываются типовые оповещения, рекомендации и мероприятия.

Для расчета ИТС всего объекта (САУ ГПА), как описано в работе [1], можно применить соотношения вычисления средневзвешенного значения по всем составляющим:

$$I_1 = \frac{\sum_i p_{2i} I_{2i}}{\sum_i p_{2i}},$$

$$I_2 = \frac{\sum_i p_{3i} I_{3i}}{\sum_i p_{3i}},$$

$$I_3 = \frac{\sum_i p_{4i} I_{4i}}{\sum_i p_{4i}}.$$

где I_1 – ИТС системы,
 I_2 – ИТС подсистем,
 I_3 – ИТС критериев,
 p_{2i} – вес ИТС i -й подсистемы,
 p_{3i} – вес ИТС i -го критерия,
 p_{4i} – вес i -того параметра,
 I_{2i} – ИТС i -й подсистемы,
 I_{3i} – ИТС i -го критерия,
 I_{4i} – оценка (значение) i -го параметра.

Для примера рассмотрим две системы, состоящие из трёх элементов и имеющие ИТС, отражённые в табл. 1, влияние весовых коэффициентов примем одинаковыми и равными единице.

Таблица 1

Пример ИТС двух систем

	Вариант 1	Вариант 2
ИТС элемента 1	80	54
ИТС элемента 2	80	51
ИТС элемента 3	26	57
ИТС системы	62	54

Из табл. 1 видно, что система 1 имеет достаточно высокий общий ИТС при наличии в её составе откровенно «слабого» элемента («узкого места»). Кроме этого, её общий ИТС больше, чем у системы 2, которая не содержит подобной «слабости».

Таким образом, мы наблюдаем пример искажения действительного технического состояния как для отдельно взятого объекта, так и при сравнительном анализе нескольких объектов. Становится очевидным необходимость существенной доработки (введения дополнительных условий) метода расчёта ИТС, чтобы исключить подобного рода частные случаи.

Результатом расчёта ИТС всей системы является определение её состояния в целом, а также критериев, влияющих на состояние оборудования в большей степени. Все рассчитанные ИТС заносятся в общую базу данных для проведения анализа и разработки соответствующих мероприятий в зависимости от значения ИТС. После чего продолжается мониторинг параметров, осуществляется перерасчет ИТС и, тем самым, корректируется модель оценки технического состояния.

Основным преимуществом вышеописанной методике является её универсальность в применении к различным объектам. ИТС является понятным для широкого круга показателей технического состояния объекта, которым легко могут оперировать в своей работе даже неспециалисты (например, экономисты, менеджеры). Другим преимуществом комплексной оценки технического состояния САУ ГПА является информационная поддержка принятия решения, направленных на снижение рисков отказов оборудования ГТС. Очевидно, что реализация вышеописанной методики требует обработки и анализа большого объема данных, что в дальнейшем подразумевает создание автоматизированной информационной системы.

Библиографический список

1. **Кубрин, С.С.** Комплексная оценка технического состояния оборудования на предприятии подземной добычи угля / С.С. Кубрин, А.И. Сукманов // Российский научно-технический журнал MEGATECH Новые технологии в промышленной диагностике и безопасности.– 2012. №3. С. 24–28.
2. **Манцеров, С.А.** Мониторинг состояния объектов на основе методов функциональной систематики // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева Современные проблемы механики и автоматизации в машиностроении и на транспорте. – Н. Новгород, 2008. Т.67. С. 23–27.
3. **Манцеров, С.А.** Создание баз данных объектов машиностроения на основе формул функциональной систематики // Вестник ВГТУ. – Воронеж. 2007. Т. 3. №11. С. 171–176.

*Дата поступления
в редакцию 11.12.2014*

E. A. Gavrilyuk¹, S. A. Mantserov², S. G. Sinichkin²

THE METHODS OF EVALUATION OF TECHNICAL CONDITION OF AUTOMATIC SYSTEMS OF GAS COMPRESSOR UNITS OPERATIONAL CONTROL

Branch of OAO “Gazprom transgaz Nizhny Novgorod” – Technical engineering centre¹,
Nizhny Novgorod State Technical University n. a. R. E. Alexeev²

The methods of evaluation of technical condition of complex engineering software objects through the example of automatic systems of gas compressor units control. The article is devoted to studies of the methods of calculation and applicability of a universal quantitative measure – the technical condition index – for diagnostics and forecasting.

Key words: technical condition index, technical condition evaluation, automatic control system, gas compressor unit, diagnostics, forecasting.