

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КАК ВАЛИДНАЯ БАЗА ПОДБОРА ПАРАМЕТРОВ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

Штагер Е.В., Зацаринная Т.А.

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток

Ключевые слова: инженерная подготовка, техническая диагностика, диагностическая модель, параметрический базис, объекты машиностроения.

Аннотация. Рассмотрены концептуальные основы системного проектирования диагностической модели как теоретической базы подбора и обоснования физической природы параметров оценки технического состояния инженерных систем. Обоснованы понятия качественных признаков и параметрического базиса объекта контроля. Описаны результаты построения диагностической модели для ряда объектов машиностроения.

DIAGNOSTIC MODEL AS A VALID BASIS FOR THE SELECTION OF PARAMETERS FOR ASSESSING THE TECHNICAL CONDITION OF ENGINEERING SYSTEMS

Shtager E.V., Zatcarinnaya T.A.

Far Eastern Federal University, Vladivostok

Keywords: engineering training, technical diagnostics, diagnostic model, parametric basis, mechanical engineering objects.

Abstract. Conceptual bases of system design of diagnostic model as theoretical base of selection and substantiation of physical nature of parameters of assessment of engineering systems technical condition are considered. Concepts of qualitative features and parametric basis of the object under control are substantiated. The results of building a diagnostic model for a number of mechanical engineering objects are described.

Современный этап развития высшей инженерной школы характеризуется глобальной тенденцией организации в технических вузах проектно-деятельностной образовательной среды, ориентированной на решение конструкторско-технологических задач выраженного междисциплинарного свойства. Широкое развитие исследований на базе научных студенческих кружков, позволяющее объединить классическую теорию и натурный эксперимент, актуализирует задачу комплексной оценки технического состояния инженерных систем. Комплексность связывается «с работой» с научно обоснованным множеством диагностических параметров, позволяющих целостно описать функциональные характеристики объекта. В парадигме методологии технического диагностирования такой комплекс параметров выступает в качестве результата создания диагностической модели как формализованного описания диагностической задачи [1]. Как показывает практика, в виде такой формализации зачастую используются готовые профессиональные программные продукты (например, ANSYS и др.), адаптация которых к конкретно-научным целям экспериментальных исследований провоцирует ситуацию перевода измеряемых параметров в область феноменологических, а иногда и случайных

величин. Вопрос подбора и обоснования физической природы параметров оценки технического состояния инженерных систем является весьма специфическим и формирует вектор современных исследований в области проблем диагностики.

В Дальневосточном федеральном университете в рамках студенческого научного объединения Политехнического института «Техническая диагностика объектов машиностроения» предпринята попытка разработки принципов построения диагностической модели (ДМ) как первоосновы процедур диагностики. Для задания границ исследования введено понятие диагностической модели как целостной структуры физико-математического описания объекта контроля (ОК), реализующего функции эталонного конструкта, позволяющего оценивать эталонные значения диагностируемых параметров. Такая эталонная ДМ носит характер «заданной модели» исправного состояния и выступает теоретической базой разработки формальных программ диагностирования конечного множества возможных технологических событий. Научный метод сформирован методологией системного подхода, позволившей выстроить логику проектировочных мероприятий: физический анализ ОК (целеполагание системы); формализованное описание процессов, протекающих в ОК (механизмы функциональной ориентированности системы); подбор комплексов диагностируемых параметров (конструкционная оптимизация системы).

Для реализации стадии физического анализа и построения физической модели применена концепция научной картины мира [2], на основании которой разработан комплекс *качественных признаков* ОК: тип технической системы – механическая, теплотехническая, электротехническая и др.; законы функционирования – базовая физическая теория (классическая механика, термодинамика и др.); уровень научности – теоретический (идеальный ОК), прикладной (реальный ОК). Сформированная физическая модель служит основанием выбора способа формализованного описания ОК. Формализация связывается непосредственно с построением математической модели решаемой диагностической задачи. В исследовании показано, что вид математической модели напрямую зависит от физических свойств объекта диагностики. Так, реальные объекты, для которых принятие решения о техническом состоянии осуществляется на базе небольшого количества контролируемых параметров, описываются графами причинно-следственных связей, которые задают математическую модель ОК в виде наглядных функциональных алгоритмов. Для идеальных ОК, работающих с непрерывным множеством диагностических признаков, формализация возможна только путем построения комплекса физико-математических уравнений, решение которых позволяет получить уравнения рабочих процессов.

Анализ алгоритмов математических моделей лежит в основе выявления совокупности максимально возможных диагностических параметров, которые могут быть измерены для определения технического состояния ОК. Такая совокупность параметров, названная *параметрическим базисом*, включает в себя физические величины, выраженные структурными элементами функциональных алгоритмов, коэффициентами алгебраических и дифференциальных уравнений, корнями характеристических уравнений и др. в соответствующих

математических моделях ОК. Совершенно очевидно, все рассчитываемые параметры носят характер эталонных значений. Функционал параметрического базиса – подбор/обоснование методов диагностики; обеспечение процедуры корреляции, получаемых при непосредственных экспериментальных исследованиях, фактических показателей технического состояния с соответствующими эталонными значениями.

Демонстрация предложенного подхода к построению ДМ осуществлена для двух объектов машиностроения: конструкционные узлы магистральных трубопроводов (трубопроводная арматура) и погружная конструкция, выполняющая функции подводного плавательного аппарата. Сформирован алгоритм диагностики устойчивого равновесия конструкционного узла, выявивший базовый фактор потери устойчивости. В параметрический базис данного ОК вошли триботехнические параметры – коэффициенты трения скольжения и трения качения [3]. Для погружного аппарата построена математическая модель погружения-всплытия, разрешение которой позволило включить в параметрический базис динамические характеристики рабочего процесса – скорость, траектория движения, время как параметр конечных условий движения [4]. Показано, что такие диагностические признаки могут быть отнесены к разряду базовых параметров прогноза поведения объекта контроля.

Список литературы

1. Биргер И.А. Техническая диагностика. – М.: URSS, 2019. – 240 с.
2. Рахматуллин Р.Ю. Научная картина мира как особая форма организации знания // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. – 2013. – № 12-2(38). – С. 166-168.
3. Штагер Е.В., Храмцова А.В., Мун София, Усуи Саша. Об одном подходе к диагностике состояния конструкционных узлов магистральных трубопроводов // European Journal of Natural History. – 2023. – № 1. – С. 94-98.
4. Штагер Е.В., Зацаринная Т.А. Об одном подходе к подбору параметров прогностической диагностики погружного аппарата // Вестник Инженерной школы ДВФУ. – 2023. – №2(55). – С. 3-12.

Сведения об авторах:

Штагер Елена Васильевна – к.пед.н., доцент, доцент Политехнического института;
Зацаринная Тамара Александровна – студент.