

С развитием вычислительной техники напряженно-деформированное состояние механических деталей стало оцениваться широким разнообразием предлагаемых программных продуктов, которые представляют собой среды твердотельного моделирования. В основе большей части из них лежит метод конечных элементов. В отсутствие возможности полного описания сложной системы аналитическими уравнениями метод конечных элементов позволил с приемлемой для практической стороны точностью получать решение системы конечно-элементных уравнений широким набором методом численного интегрирования.

Более сложным с теоретической точки зрения является подход с применением непрерывных моделей формирования и идентификации физико-механических полей. Любой элемент механической конструкции практически любой сложности может быть представлен в виде пространственно-временной сущности, которая математически представляет собой описание физико-механического поля. Применение такого подхода значительно усложняет математическую модель и соответствующее время расчета с применением вычислительной техники. Но идентификация ответственных деталей подвижного состава в виде непрерывных математических моделей позволяет максимально точно учесть все технические требования при изготовлении и затем сопоставить полученные механо-прочностные характеристики с закладываемыми на этапе проектирования.

Неоспоримым преимуществом моделей на основе физико-механических полей является возможность включения в систему уравнений динамических возмущений, что позволяет оценивать механический ресурс и усталостно-прочностные характеристики механических частей.

С точки зрения дальнейшего развития и усовершенствования безопасности подвижного состава необходимо осваивать новые знания и получать новые средства проектирования и испытаний. Это позволит повысить качество, надежность и безопасность проектируемого подвижного состава. Новые средства должны включать расчет ресурса ответственных деталей подвижного состава, оценку их долговечности новейшими методами механики разрушения. При внедрении высокоскоростного подвижного состава возникает необходимость исследования характеристик сопротивления усталости материалов и сварных конструкций уже в гигацикловом порядке области циклического нагружения. Постоянное повышение требований к вопросам безопасной эксплуатации подвижного состава обуславливает разработку новых методов математического моделирования, применение разработки для расследования аварийных ситуаций, создание системы для управления техническим состоянием подвижного состава и рисками возникновения аварий и катастроф.

Таким образом, выбранные методы формирования математических моделей на основе физико-механических полей являются перспективным направлением исследования и соответствуют актуальным запросам современной практики проектирования и разработки подвижного состава.

УДК: 629.47

МОДЕЛЬ ВЫБОРА ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЛОКОМОТИВОРЕМОНТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В. Г. ПУЗЫРЬ, Ю. Н. ДАЦУН, И. Г. КРАМЧАНИН, К. М. САРКИСЯН

Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, г. Харьков

Безопасность движения на железнодорожном транспорте является ключевым принципом его работы. Техническое состояние подвижного состава оказывает существенное влияние на показатели безопасности железных дорог. Для поддержания технического состояния и эксплуатационной надежности подвижного состава применяют систему его технического обслуживания и ремонта (ТОР). Она включает в себя совокупность производственных площадей, технических средств, документации и персонала по ТОР подвижного состава [1]. Недостаточное финансирование ремонтной составляющей подвижного состава на протяжении многих лет привело к ситуации, когда большинство основного технологического оборудования и инструмента ремонтных производств морально и физически устарело. Это негативно сказывается на эффективности работы предприятий, снижает качество ТО и Р и в конечном итоге ухудшает надежность подвижного состава в эксплуатации.

В этих условиях особо актуальными становятся вопросы формирования программ технического перевооружения предприятий, выбора оптимального состава оборудования. Задача усложняется

наличием на рынке широкой номенклатуры как технологического, так и диагностического оборудования, которое имеет различные технические характеристики и стоимость.

Из множества известных методов и подходов для решения этой задачи предпочтительно применение таких, которые позволяют учитывать многокритериальность и неопределенность, а также позволяют выбирать решения из множества альтернатив различных критериев различной размерности.

Однако в ряде случаев существующие методы не могут давать однозначного и обоснованного вывода при подборе оборудования из группы аналогичных и равнозначных типов или моделей. Поскольку подбираемые образцы оборудования могут существенно отличаться друг от друга по техническим характеристикам и типу исполнения, применение некорректного метода может показывать худшие критерии выбора с лучшими функциональными возможностями [2].

Проблема выбора правильного метода многокритериального подбора оборудования должна базироваться на двух условиях:

- соответствие метода свойствам решаемой задачи (условия выбора, тип множества альтернатив, количество критериев т.д.);
- учет влияния субъективных характеристик метода, которые обусловлены индивидуальными особенностями лица (лиц), принимающего решения.

Одним из методов, учитывающих такие условия при выборе оборудования, является метод анализа иерархий (МАИ) [3]. МАИ заключается в структуризации задач принятия решений путем построения многоуровневой иерархии, объединяющей все представляющие интерес компоненты задачи, которые сравниваются между собой при помощи разработанных для этого процедур [3].

Ключевой этап МАИ – построение дерева иерархии и оценки его альтернатив. Эксперт на основе своего субъективного мнения оценивает принадлежность элемента данному множеству относительно другого элемента.

Нормативной документацией [4] установлен ряд общих требований к диагностическому оборудованию. С точки зрения задачи выбора оптимального диагностического оборудования эти требования можно разделить на две группы. К первой целесообразно отнести безусловные требования, соответствие которым является обязательным для принятия средства диагностирования к рассмотрению. Сюда были отнесены обеспечение измерений или контроль диагностических параметров с заданной погрешностью (точностью) измерения, надежность (наработка на отказ). Во второй группе были сконцентрированы требования, соответствие которым у разных средств диагностирования может обеспечиваться по-разному, а значит, может выступать критерием в процессе выбора. К таковым можно отнести стоимость, степень автоматизации, трудоемкость работы, требуемую квалификацию персонала, эксплуатационную технологичность конструкции.

Для получения реальных данных по указанным критериям в работе рассматривались существующие средства и системы диагностирования колесных пар подвижного состава. Если учесть, что в данный момент на рынке представлено 5 типов диагностических средств по колесным парам, то дерево иерархий будет иметь вид, представленный на рисунке 1.

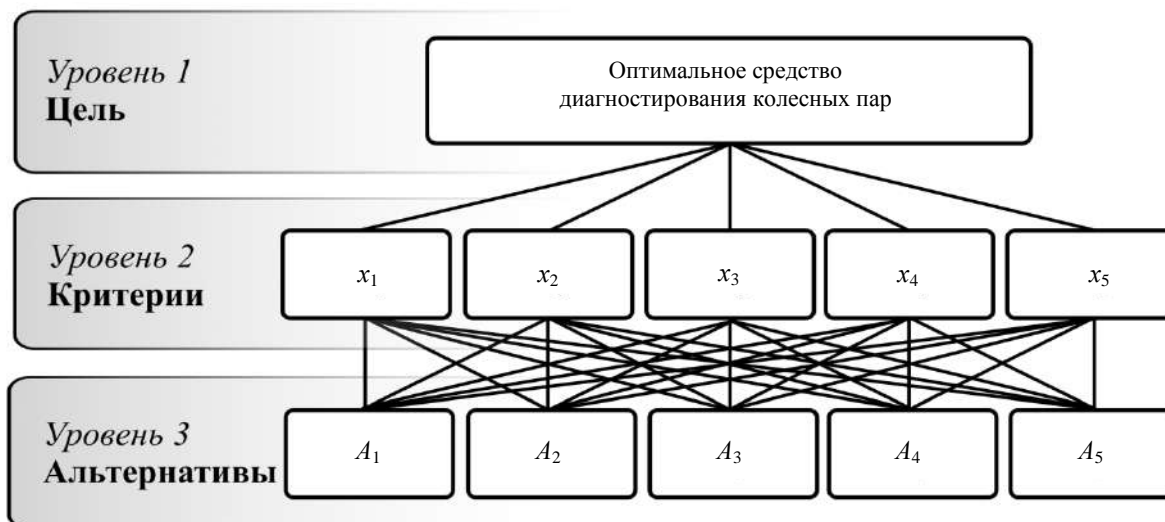


Рисунок 1 – Дерево иерархии выбора средств диагностики колесных пар

Относительные веса критериев и локальных оценок альтернатив определялись путем формирования матрицы попарных сравнений сначала критериев, затем каждой альтернативы по каждому критерию. Результаты попарного сравнения элементов заносились в матрицу сравнения размерности $n \times n$, где n – число сравниваемых элементов. Поскольку все критерии характеризуются разной размерностью, для проведения парных сравнений использовалась шкала относительной важности Саати [3].

В результате дальнейших расчетов были получены значения вектора глобальных приоритетов альтернатив (таблица 1).

Таблица 1 – Значения глобальных приоритетов

Альтернативы	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
Значение глобального приоритета	0,2929	0,1747	0,1541	0,0973	0,2819

Анализ полученных результатов показывает, что наиболее значимым критерием в настоящее время является стоимость средств диагностики. Поэтому максимальным значением глобального приоритета характеризуются альтернативы A_1 и A_5 , которые соответствуют портативным ручным устройствам бесконтактного контроля параметров колесных пар подвижного состава. Полностью автоматизированная система диагностики колесных пар A_2 характеризуется невысоким значением глобального приоритета по причине высокой стоимости.

Список литературы

- 1 Systems Approach to the Organization of Locomotive Maintenance on Ukraine Railways / E. Tartakovskiy [et al.] // Rail Transport – Systems Approach. Springer, Cham. – 2017. – P. 217–236.
- 2 Гривачев, А. В. Сравнительный анализ подходов и методов многокритериального выбора сложных мобильных систем // А. В. Гривачев, С. Ю. Сазонов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2016. – № 5(68). – С. 35–43.
- 3 Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М. : Радио и связь, 1993. – 320 с.
- 4 ГОСТ 25176-82. Техническая диагностика. Средства диагностирования автомобилей, тракторов, строительных и дорожных машин. Классификация. Общие технические требования. – М. : Издательство стандартов, 1986. – 10 с.

УДК 629.47

ВЫБОР СТРАТЕГИИ СОДЕРЖАНИЯ ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКА ПРИ ВНЕДРЕНИИ СЕРВИСА

В. Г. ПУЗЫРЬ, А. С. КРАШЕНИНИН, Ю. Н. ДАЦУН, А. Н. ОБОЗНЫЙ, В. И. ЗАДЕСЕНЕЦ
Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, г. Харьков

В эксплуатации иногда возникают ситуации неопределенности оценки технического состояния оборудования локомотивов и одновременно выбора оптимальной стратегии их содержания, в том числе с возможностью применения сервиса.

Как показывает опыт развитых стран, целесообразно при эксплуатации локомотивов внедрять концепцию сервиса, так как это дает возможность стимулировать работу всех подразделений локомотивного хозяйства, экономить все виды ресурсов на эксплуатацию локомотивов.

Отечественными и зарубежными учеными много внимания уделялось оптимизации системы технического обслуживания (ТО), текущих ремонтов (ТР) тягового подвижного состава (ТПС), внедрению в ТО и ТР методов и систем диагностирования, средств автоматизации и информационных технологий, оценке жизненного цикла ТПС.

Сочетание этих подходов с позитивным опытом стран, которые внедрили принцип сервиса, позволит адаптироваться отрасли к новым реалиям содержания подвижного состава.

Теоретическое обоснование перехода на сервис достаточно точно можно описать, применяя подходы теории игр относительно принятия решений в конфликтных ситуациях и определения оптимальной стратегии поведения каждого из участников в этой ситуации [1, 2].

Рассмотрим игровую задачу так называемой торговли.