

А.С.КОСМОДАМИАНСКИЙ, О.В. ИЗМЕРОВ, А.Е.КАРПОВ

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИННОВАЦИОНИКА И ДИАГНОСТИКА УЗЛОВ И СИСТЕМ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

А.С. Космодамианский¹, О.В. Измеров², А.Е. Карпов³

¹ доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Тяговый подвижной состав» РУТ (МИИТ), г. Москва

² Соискатель кафедры «Подвижной состав железных дорог», БГТУ, г. Брянск

³ ассистент кафедры «Тяговый подвижной состав», заведующий лабораторией «Системы управления транспортными средствами» РУТ (МИИТ), г. Москва

Аннотация: Рассмотрен вопрос поиска методики проектирования новых диагностических систем для железнодорожного подвижного состава, в частности, для локомотивов, в условиях недостатка знания и опыта при проектировании новых систем. Предложено для решения указанной задачи адаптировать методологию технической инновационики, ранее созданную авторами для проектирования систем инженерного эксперимента. Предложен общий алгоритм создания новых диагностических систем.

Ключевые слова: теория конструирования, техническая диагностика, информационные системы, локомотивы, моторвагонный подвижной состав.

Введение

В настоящее время практика проектирования диагностических систем все чаще сталкивается с одной и той же трудностью: чем выше степень новизны диагностической системы и используемых при ее реализации технических решений, тем в большей степени проектировщик сталкивается с недостатком информации, необходимой для разработки, и, соответственно, тем в меньшей степени может положиться на опыт, накопленный при предыдущих разработках. Даже если взять такой относительно изученный узел экипажной части, как моторно-осевые подшипники (МОП) качения, то, как отмечено в [1], «их техническое состояние определяется совокупностью различных по природе и еще до конца не изученных процессов». Еще более сложная задача возникает в случае, если заранее не известно, какие физические явления могут быть использованы для оценки состояния узла или детали. Развитие предиктивной аналитики и систем искусственного интеллекта не устраняет данной трудности,

поскольку эти направления точно так же основаны на неявном допущении, что разработчик располагает достаточной информацией для выбора технических решений.

Таким образом, необходимо использование таких методов создания системы диагностики, которые позволили бы избегать ошибок в условиях недостатка знаний и опыта. К подобным методам относятся методы технической инноватики [2] – направления, которое развивается в нашей стране в течение последних 15 лет. Основной проблемой использования данных методов является то, что они разрабатывались в основном для конструирования машиностроительных изделий, и вопросам применения технической инноватики к задачам диагностики посвящено относительно мало работ [3,4]. Целью данной статьи является попытка решения указанной проблемы.

Анализ проблемы

В технической инноватике конструирование технического объекта рассматривается, как информационная технология, а именно, создание информационного продукта, который определяет свойства технического объекта путем определения способов управления явлениями природы, а также способы производства этого технического объекта. Систему диагностики мы также можем рассматривать, как техническое изделие, а именно информационную систему, предназначенную для получения информации о диагностируемом объекте, на основании которой принимаются решения о действиях в отношении этого объекта. Таким образом, в основу методов разработки диагностических систем можно положить методы создания методики инженерного анализа, ранее рассмотренные авторами в [5].

В качестве важных моментов технической инноватики необходимо отметить следующие:

- введение понятия уинформации, то-есть, описания информации, изначально неизвестной которую необходимо «разведать», получить для принятия решения;

- алгоритмизация процедур конструирования;

- наличие общей части алгоритмов процедур конструирования и производной деятельности в виде матрицы уровней средств управления, сущность которой заключается в том, что разработчик изначально создает некую идеальную структуру функций объекта, а потом определяет физические эффекты, позволяющие реализовать данные функции, и, на следующих шагах – конкретные технические решения, в которых используются эти эффекты (рис.1).

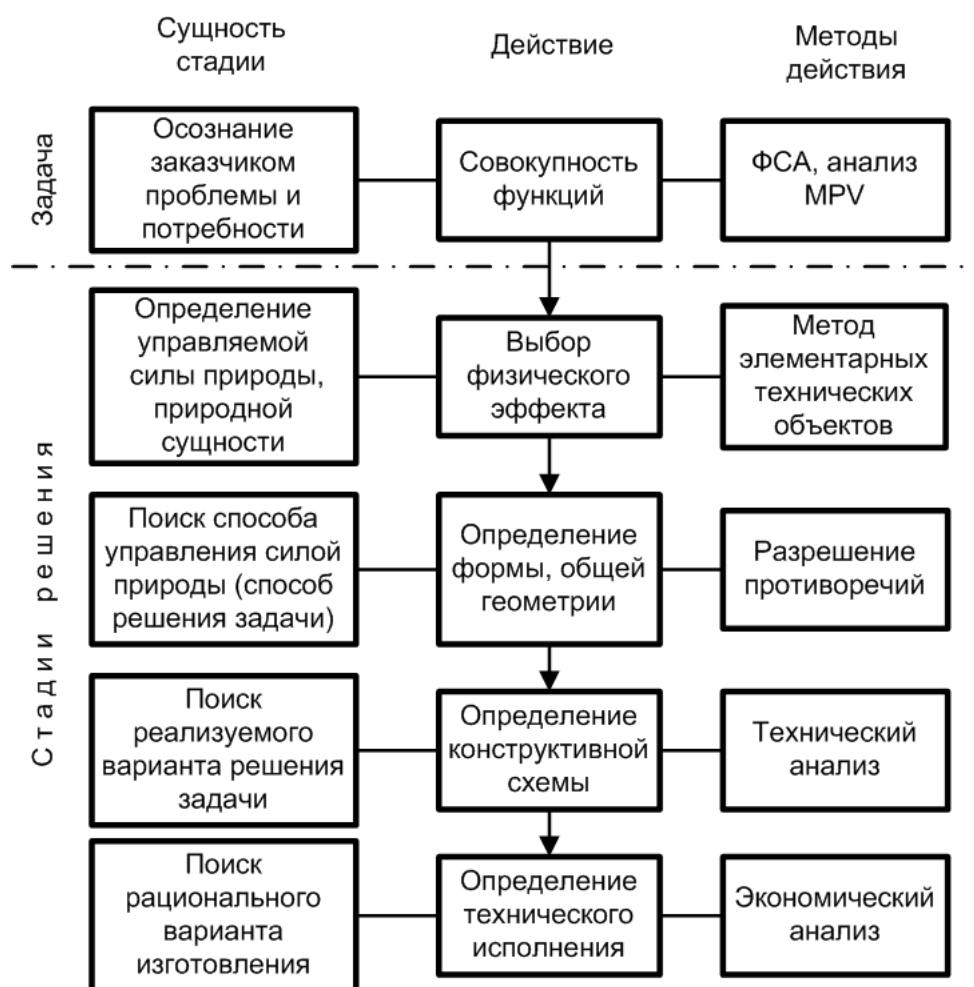


Рисунок 1 – Матрица уровней средств управления при конструировании.

Применительно к вопросам инженерного анализа в технической инновационике введено понятие интерфейса средства измерений с выделением физического и логического уровня его реализации. Интерфейсом в средствах и методах измерения считается способ предоставления информации, предназначенный для обмена информацией между устройствами, входящими в состав объекта и системы диагностики, а также между системой диагностики, органами чувств оператора и его сознанием. К физическому уровню реализации интерфейса относится устройство, служащее для обмена информацией за счет того, что оно позволяет получить информацию о требуемом физическом свойстве объекта путем соответствующего изменения другого физического свойства (свойств) данного или иного объекта. К логическому уровню реализации интерфейса отнесен способ предоставления информации, который существенно меняет ее форму представления. Эмпирически установлено, что от числа интерфейсов зависят погрешности передаваемой информации и вероятность ошибок при принятии решения. При этом применительно к диагностике проблема конечного интерфейса усложнена тем, что оператор

имеет только общее представление о преобразовании информации в системе и правилах распознавания ситуации, а тот факт, что система предлагает готовые варианты действий психологически ориентирует на то, чтобы считать любую ситуацию штатной. В связи с этим требуется, помимо конечного интерфейса, т.е. интерфейса, представляющего информацию в виде, непосредственно воспринимаемом оператором, учитывать при проектировании наличие внутренних интерфейсов оператора, т.е. преобразования информации, ощущаемой органами чувств, в информацию в виде образов, формируемых в сознании оператора, которыми он и оперирует при принятии решений. В связи с этим в технической инновационике рассматриваются вопросы снижения влияния ошибок внутренних интерфейсов.

Предлагаемые решения

Авторами предложен общий алгоритм разработки системы диагностики (рис.2).

Исходное событие, запускающее процедуру - появление у эксплуатационных служб потребности в информации для вывода о способности диагностируемого объекта выполнять свои функции в течение определенного периода времени, на основании чего лицо, принимающее решение, производит действия, определенное регламентирующими документами. Далее, на постановочной стадии, производится формализация потребностей, которая начинается с описания униформации, т.е. информационного запроса в виде описания состояния того или иного узла, или агрегата, которое позволяет прогнозировать дальнейшие события (в виде количественных величин, функциональных зависимостей, рангов свойств, логических зависимостей и т.п.). Общая постановка задачи заключается в определении истинных значений униформации, на основании чего производится описание функций информационной системы (формулировка идеальных функций диагностики). На основании описания идеальных функций производится процедура составления требований к диагностике.

Следующая стадия, которую можно назвать функциональной, состоит из создания функциональной и физической структур диагностической системы. Функциональная структура — это детализация идеальных функций диагностики, как информационной системы, определений взаимосвязей между ними, информационных потоков и видов обработки информации. Если априорная информация о взаимосвязи отслеживаемых явлений и диагностических признаков недостаточна, необходимо представить будущую диагностическую систему в виде элементарного технического объекта, как показано в [4], для определения физических ресурсов, соответствующих информационным. В состав функциональной структуры входит алгоритм

использования диагностической информации, состоящий из алгоритмов обработки информации (фильтрация помех, вычисление диагностических признаков и т.п.), представления информации (представление оценок диагностических признаков в сообщении) и принятия решения (набор правил распознавания ситуации и действий). Во время процедуры создания физической структуры определяется, на основании каких физических эффектов будет реализован процесс измерений и оценки и способы использования этих физических эффектов.

На предметной стадии проектировщик переходит к созданию геометрической структуры диагностической системы и определению технических средств ее реализации, то-есть, определяет геометрическое расположение точек измерения диагностических параметров, размещение преобразовательной аппаратуры, устройств пользовательского интерфейса, коммуникаций и т.п. и выбирает измерительные датчики, средства их крепления на объекте, средства связи их с измерительно-регистрирующей аппаратурой и телеметрия, сама регистрирующая аппаратура, средства обработки данных, устройства сигнализации, информационные системы и т.п.

На стадии результата производится макетирование и доводка диагностической системы в стендовых условиях, с выявлением и устранением недостатков.

Если на каком-либо из шагов проверки на соответствие реализуемой диагностической системе идеальным представлениям о ней результат получается отрицательным, это указывает на наличие дефицита информации. В этом случае разработчик возвращается к стадии описания информации и постановки задачи.

Приведенный алгоритм доказывает принципиальную возможность и целесообразность использования методологии технической инноватики при разработке различных средств технической диагностики подвижного состава, включая размещаемые на самом подвижном составе. Дальнейшее развитие этих методов возможно путем анализа и обобщения опыта создания новых средств диагностики с их применением.

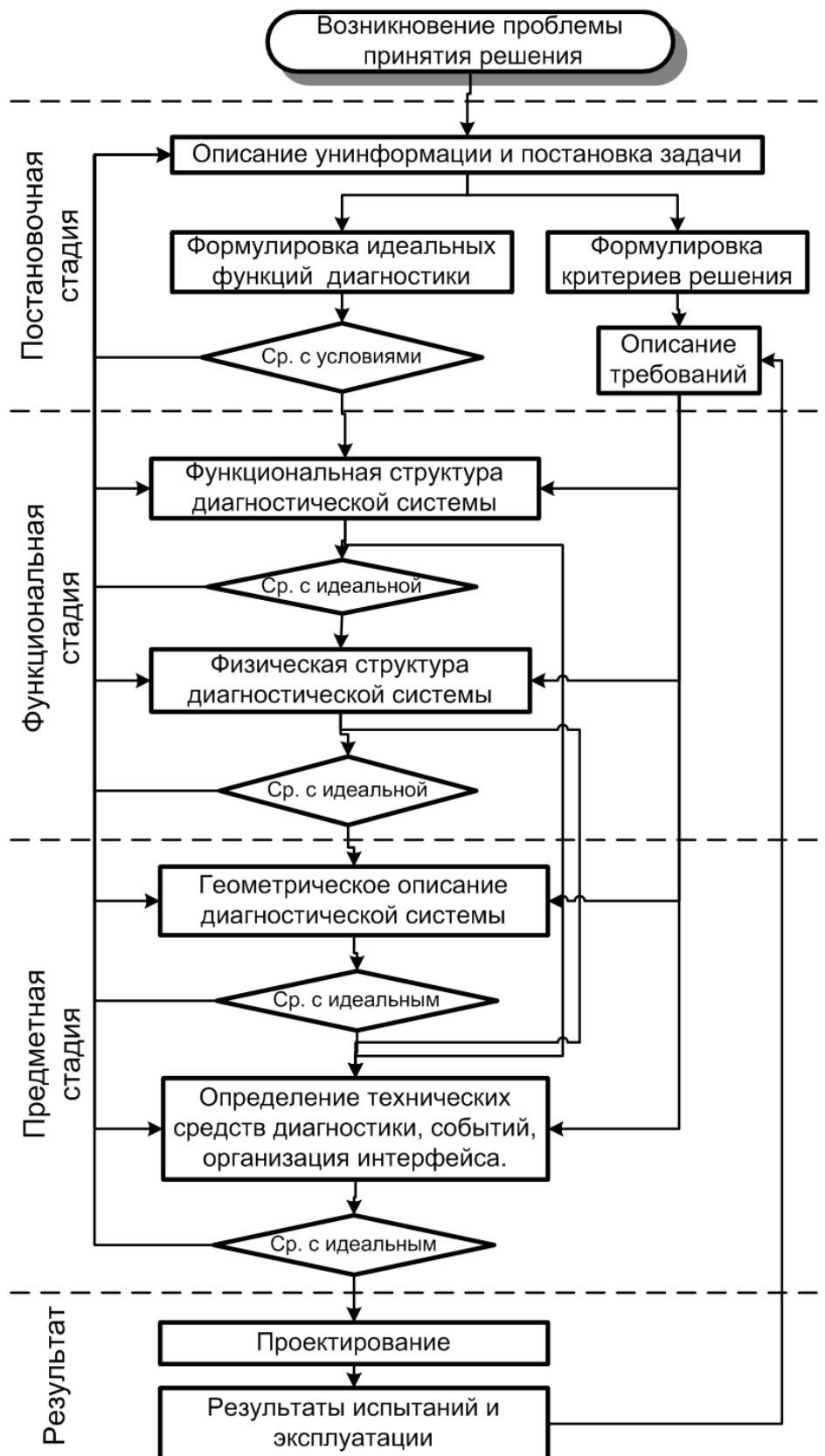


Рисунок 2 – Общий алгоритм создания диагностической системы

Выводы

1. Установлено, что с расширением сферы использования разнообразных диагностических систем на железнодорожном подвижном составе, и, в

частности, на локомотивах, все большее значение приобретает недостаток знания и опыта при проектировании новых систем, что не учитывается существующими методиками проектирования.

2. Доказано, что в качестве методов проектирования диагностических систем можно использовать методологию технической инновационики, как нового направления в общей теории конструирования, используя методику, созданную ранее для проектирования систем инженерного эксперимента.

3. Авторами предложен общий алгоритм создания новых диагностических систем.

Список использованных источников

1. Тэттер В.Ю. Разработка технологий и оборудования для вибродиагностирования колесно-моторных блоков локомотивов – автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07- «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» / В.Ю. Тэттер. – Омск: ОмГУПС, 2005 – 20 с.

2. Техническая инновационика как научное направление / В.И. Воробьев, М.И. Борзенков, С.Н. Злобин, О.В. Измеров, А.Е. Карпов // Материалы международной научно-технической конференции «Динамика, надежность и долговечность механических и биомеханических систем» Орел: Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии, № 4 (366), 2024. - С. 32-40.

3. Диагностика автоматизированных систем как информационные технологии: учебное пособие для вузов / С.Н. Злобин, О.В. Измеров, М.И. Борзенков, А.С. Космодамианский, О.В. Дорофеев, В.И. Воробьев, А.А. Пугачев, А.В. Самотканов; под ред. О.В. Измерова. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2014. – 169 с.: ил.

4. Диагностика автоматизированных систем как информационные технологии: учебное пособие для вузов / С.Н. Злобин, А.С. Космодамианский, М.И. Борзенков, О.В.Измеров, О.В. Дорофеев, В.И. Воробьев, А.А. Пугачев, Д.В. Воробьев, А.В. Самотканов, Д.А. Бондаренко; под ред. О.В. Измерова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2014. – 232 с

5. Техническая инновационика. Проблемы инженерного анализа технических систем: монография. / [О.В. Измеров и др.]. – Орел: Госуниверситет – УНПК, 2013, - 261 с.