

school.ru/articles/teoreticheskie-voprosy-dagnostiki/ analiz-ostsillogrammy-davleniya-v-tsilindre/ свободный (дата обращения: 22.04.2021).

3. Диагностика ЦПП двигателя с помощью осциллографа [Электронный ресурс]. – Электрон. Текстовые дан. – Режим доступа: <http://auto-master.su/content/diagnostika-tspg-dvigatelya-s-pomoshchyu-ostsillografa> свободный (дата обращения: 22.04.2021).

4. Диагностика мотор-тестером [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://profiplus.kz/diagnostika-motor-testerom/> свободный (дата обращения: 01.04.2021).

Представлено 24.04.2021

УДК 621.43

ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВАРИАбельНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

PROSPECTS FOR MODELING VARIABILITY OF THE TECHNICAL SYSTEM FUNCTIONING

О. П. Сакно, канд. техн. наук, доц., **Д. Л. Мойся**, канд. техн. наук,
Т. Н. Колесникова, канд. техн. наук, доц., **А. В. Антропов**,
ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства
и архитектуры», г. Днепр, Украина

O. Sakno, Ph.D. in Engineering, Associate Professor, D. Moisia,
Ph.D. in Engineering, T. Kolesnikova, Ph.D. in Engineering,
Associate Professor, O. Antropov,

Prydniprovs'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture,
Dnipro, Ukraine

В статье дан анализ использования метода анализа функционального резонанса, рассмотрены четыре принципа моделирования с использованием данного метода, так как он позволяет моделировать сложные организационно-технические системы.

The article analyzes the use of a functional resonance analysis method, considers four principles of modeling by the method. Since the functional

resonance analysis method allows modeling complex organizational and technical systems.

Ключевые слова: автомобиль, техническое состояние, вариативность, метод анализа функционального резонанса.

Key words: vehicle, technical condition, variability, functional resonance analysis method.

ВВЕДЕНИЕ

Заметный рост количества автомобилей в стране за последние годы в значительной степени обеспечивается увеличением их эффективности эксплуатации. Возникает потребность обеспечивать исправное техническое состояние современных конструкций автомобилей. Метод анализа функционального резонанса (МАФР) [1] используется для изучения сложных социотехнических систем. Он был создан и описан Эриком Холнегелем, который отметил, что сложные технические системы содержат большое количество подсистем и компонентов, изменчивость производительности которых обычно поглощается системой с минимальным влиянием на общую систему. Основными источниками этой изменчивости есть люди, технологии, организация, которая обеспечивает исправное состояние техники. Холнегель заявил, что поскольку эти элементы не связаны друг с другом линейно, они могут привести к аварии (ДТП). Когда вариации компонентов становятся слишком большими, чтобы их усвоить системой, то результат становится неблагоприятным или случайным. Это касается функционального резонансного эффекта, возникающего вследствие ситуации, когда система не в состоянии функционировать в нормальном режиме работы из-за изменений повседневной ее производительности. Модель МАФР описывает, как функции системных компонентов способны резонировать и создавать опасности, которые могут выйти из-под контроля и привести к аварии или ДТП.

Метод МАФР поддерживает процесс системного анализа, направленный на выявление взаимозависимостей и системных поведений, потенциально важны для инструмента, который сосредотачивается на взаимозависимости процесса и их динамике. Метод МАФР – это метод моделирования сложных организационно-технических систем, полученный по теории устойчивого обеспече-

ния здоровья [2], которая касается того, как достичь успеха работы технической системы с помощью адаптации ее в сложных условиях [3]. Последние документы показали использования МАФР для понимания имплементации руководящих принципов и для управления усилиями по управлению безопасностью [4]. МАФР предполагает выявление функций (технологической, человеческой или организационной деятельности) в повседневной работе функционирования технической системы [5-6].

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА АНАЛИЗА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО РЕЗОНАНСА

Эдувальд и Рейман [7] предложили методологию под названием «Контекстуальная оценка организационной культуры»; они применяют два основных понятия: основная задача организации (ОЗО) и организационная культура производства, чтобы охватить системный и сложный характер работ по техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР) автотранспортных средств (АТС). В исследовании системы ТОиР АТС был избран и применен моделирования ОЗО для получения общих критериев для обеспечения возможных последствий для безопасности движения АТС, повышения эффективности их эксплуатации в конкретных организациях. ОЗО моделирования имеет целью создание общего определения миссии организации, то есть постановки основной задачи. Кроме того, она направлена на определение и отображение требований, которые являются основными для безопасной и эффективной деятельности в долгосрочной перспективе. Основное предположение такого подхода заключается в том, что если организации удастся создать культуру, где требования ОЗО учитываются и реализуются в ежедневной практике, практика предприятия не может быть в опасной зоне (рисунок 1).

Различные давления в системе, как правило, вызывают движение к опасным ситуациям (например, возникновение ДТП), если не существует сильного ощущение того, где лежит граница выполнения основных задач при ТОиР АТС.

Деятельность МАФР заключается в том, чтобы с системной точки зрения зафиксировать, например, влияние технического состояния (ТС) ходовой части на смену эксплуатационных свойств автомобиля [8]. Использование МАФР принимает системную перспек-

тиву, что означает, что анализ не может быть ограничен определенной частью социально-технической системы, но он должен рассмотреть более широкую картину, когда организация рассматривается как целое, а не как обслуживание и сборка компонентов ходовой части АТС [9]. МАФР анализирует организацию как социально-техническую систему, где технология встроена в социальный контекст, разрабатывает, тестирует, запускает и поддерживает исправное техническое состояние АТС.



Рисунок 1 – Важность определения основной задачи и требований к системе с помощью фигуры-моделью миграции Расмуссена
 а – предел организации работы системы; б – линия функционирования системы; с – внутренние ограничения функционирования системы д – предел эффективной деятельности системы

Метод МАФР базирується на чотирьох основних принципах:

1. Принцип эквивалентности: работоспособность и неработоспособность равнозначны тому, что они оба вытекают из сменной работы и функционирования технической системы в целом. Не существует специальных причин, работающих только на отказы.

2. Принцип приблизительных корректировок: вариабельность как способ приспособить человека к управлению системы ТОиР и условий эксплуатации АТС. Люди (специалисты, водители и т. п.) всегда умеют корректировать то, что они делают, чтобы соответ-

ствовать ситуации (безопасности движения). Такая вариабельность эффективности неизбежна, повсеместна и необходима.

3. Принцип возникновения неожиданности: появление работоспособности и неработоспособности не является прямым результатом вариабельности в пределах определенной задачи или функции, а это сочетание вариабельности многих функций. Вариабельность функционирования системы может сочетаться неожиданно, что приводит к непропорционально большим результатам (нелинейные эффекты). Результат возникает, если его нельзя отнести или объяснить (неправильными) функциями системы.

4. Принцип функционального резонанса: неожиданные «усиленные» эффекты взаимодействий между различными источниками вариабельности лежат в основе явления, описанного функциональным резонансом.

Функциональный резонанс – это детективный сигнал (то есть можно обнаружить), который выходит из непреднамеренной комбинации вариабельности многих сигналов.

Функциональный резонанс – это альтернатива линейной причинности. Модели МАФР могут быть использованы для исследования потенциальных источников вариабельности путем моделирования и идентификации контекстно-зависимых человеческих, технологических и организационных аспектов системы в общем. Этот подход поддерживает оценку потенциала системы для решения вариабельности, учитывая ожидаемую и неожиданную вариабельность, что следует из работы технической системы (или автомобиля в целом).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод МАФР дополняет подход к анализу условий обеспечения безопасности движения и повышения эксплуатационных свойств АТС, является инновационным методом, который используется в авиации, медицине, ядерной энергетике, морском или автомобильном транспорте. Он используется для анализа повседневной деятельности с целью создания моделей выполнения конкретных задач. Эта модель может быть использована для конкретных видов анализа, с целью проверки целесообразности предлагаемых решений или вмешательства, чтобы выявить причины ошибок, возможных угроз или узких мест, а также понять, как осуществляется дея-

тельность. Это может быть основой анализа рисков и расследования несчастных случаев, которые уже произошли, или прогнозирования возможных будущих событий.

ЛИТЕРАТУРА

1. From FRAM (Functional Resonance Accident Model) to FRAM (Functional Resonance Analysis Method) / Hollnagel E. // Presentation at the FRAM workshop, École des Mines de Paris – Centre for Research on Risk and Crises (CRC) 20–22 February, Sophia Antipolis, France, 2008.

2. Braithwaite J. Resilient health care: turning patient safety on its head / Braithwaite J., Wears R. L., Hollnagel E. // International Journal for Quality in Health Care. – 2015. – Volume 27 (5). – P. 418–420, <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzv063>.

3. Anderson J.E. Learning from patient safety incidents in incident review meetings: organisational factors and indicators of analytic process effectiveness / Anderson J.E., Kodate N. // Safety Science. – 2015. – Vol. 80. P. 105–114.

4. Clay-Williams R. Where the rubber meets the road: using FRAM to align work-as-imagined with work-as-done when implementing clinical guidelines / R. Clay-Williams, J. Hounsgaard, E. Hollnagel // Implementation Science. – 2015. – Vol. 10 (1). – P. 125–136.

5. Pickup L. Blood sampling – two sides to the story / Pickup L., Atkinson S., Hollnagel E. et al. // Applied Ergonomics. – 2017. – Vol. 59. – P. 234–242.

6. Raben D.C. Proposing leading indicators for blood sampling: application of a method based on the principles of resilient healthcare / Raben D.C., Bogh S.B., Viskum B. et al. // Cognition, Technology & Work. – 2017. – Vol. 19 (4). P. 809–817.

7. Oedewald P. Core task modelling in cultural assessment: a case study in nuclear power plant maintenance / Oedewald P., Reiman T. // Cognition, Technology & Work. – 2003. – 5 (4). P. 283–293.

8. Сакно, О. П. Управління ресурсом шин засобів транспорту за рахунок удосконалення контролю зносу протектора [Текст] : дис. канд. техн. наук : 05.22.20 / Сакно Ольга Петрівна ; Східноукр. нац. ун-т ім. Володимира Даля. – Луганськ, 2013. – 216 с.

9. Rutkowska P. FRAM modelling of the transfer of control over aircraft / Rutkowska P., Krzyżanowski M. // Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. – 2018. – Vol. 101. P. 159–166.

Представлено 14.04.2021

УДК 656.13

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ РАСХОДА ТОПЛИВ АВТОБУСОВ НА ОСНОВЕ ФАКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

DETERMINATION BUS FUEL CONSUMPTION RATES BASED ON THE ACTUAL USE CONDITIONS IN THE URBAN ENVIRONMENT

Е. М. Чикишев, канд. техн. наук, доц.,
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия,
E. Chikishev, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

В работе представлен краткий сравнительный анализ нормативных и фактических значений расхода топлив автобусов на примере российского города Тюмень. Установлен ряд природно-климатических, дорожных и транспортных факторов, которые влияют на изменение надбавки к нормам расхода топлив дизельных и газодизельных автобусов эксплуатирующихся на регулярных городских маршрутах.

The paper presents a brief comparative analysis of the standard and actual values of bus fuel consumption using the example of Tyumen city, Russia. A number of climatic, road and transport factors have been established that affect the change in the surcharge to the fuel consumption rates for diesel and gas-diesel buses operating on regular city routes.

Ключевые слова: пассажирские перевозки, дизельный автобус, газодизельный автобус, расхода топлив, факторный анализ.

Keywords: passenger transportation, diesel bus, gas-diesel bus, fuel consumption, factor analysis.