

2.3.3.

**А.Ю. Хабибуллин, Л.А. Симонова д-р техн. наук**

Набережночелнинский институт (филиал)  
федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,  
кафедра автоматизации и управления,  
Набережные Челны, ayaz.khabibullin@mail.ru

### **РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ЖГУТОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ ЭЛЕМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

*В данной работе была предложена структурная модель для автоматизированной системы контроля состояния жгутов транспортных средств, функционирующая на основе методов искусственного интеллекта. Структурная модель была представлена в качестве совокупности трех непосредственно связанных между собой уровней: физического уровня, на котором происходит снятие характеристик с оборудования и датчиков, уровня имитационного моделирования, на котором получается образ решения задачи, формирование прецедентов и оценочных диапазонов, а также формируется схема расположения жгута, которая может быть использована на этапе разработки документации на кабельное изделие, и уровень интеллектуальной надстройки, который было предложено организовать на основе методов искусственного интеллекта.*

Ключевые слова: проводка автомобиля, жгуты проводов, диагностика электропроводки, автоматизированная система, искусственный интеллект, имитационное моделирование, интеллектуальная надстройка.

**Введение.** Современный автомобиль насчитывает большое количество информационных сигналов, позволяющих правильно интерпретировать состояние его функциональных блоков и принимать решение по передаче различным узлам автомобиля управляющих команд. Для связи узлов между собой, а также с управляющим устройством обычно используются медные провода. Но в автомобилях количество контролируемых сигналов довольно большое, и для компактности конструкции, а также удобства обслуживания используются кабельные жгуты, или как их еще называют жгуты проводов.

Жгут – это набор электрических проводов и кабелей, которые используются для связи различных элементов электромеханических или электронных систем. Назначение жгутов – обеспечивать питанием или передавать электронные сигналы различным периферийным устройствам. Жгут состоит минимум из двух проводов [1].

Очевидно, что от свойств проводников, проводов и самого жгута описанных, в том числе, в [2], зависит вся работоспособность современного автомобиля, а несвоевременное выявление неисправности жгутов может привести к серьезным сбоям в работе системы управления автомобилем, а это в свою очередь к различного рода ущербу.

Поэтому разрабатываются различные методы контроля состояния жгутов, способные производить мониторинг состояния жгутов как непосредственно в ходе эксплуатации автомобиля, так и с помощью специализированных стендов. Целью подобных методов контроля являются своевременное предупреждение появления значительных неисправностей, которые могут привести к более серьезным дефектам автомобиля или даже к человеческим жертвам. Их суть зачастую сводится к снятию различных характеристик с контролируемого жгута и передаче полученной информации на уровень выше. Полученные характеристики обрабатываются далее, на верхнем уровне. Однако ввиду узконаправленности и специфичности данной области, логику работы системы управления верхним уровнем целесообразней выполнять на основе методов нечеткой логики.

**Результаты.** В данной работе предлагается структурная модель для автоматизированной системы контроля состояния жгутов транспортных средств на основе элементов искусственного интеллекта, представленная на Рис. 1. Данную модель предлагается рассматривать в качестве интеллектуальной системы для метода контроля состояния электрической проводки автомобиля, описанного в [2] и для методов подобных ему.

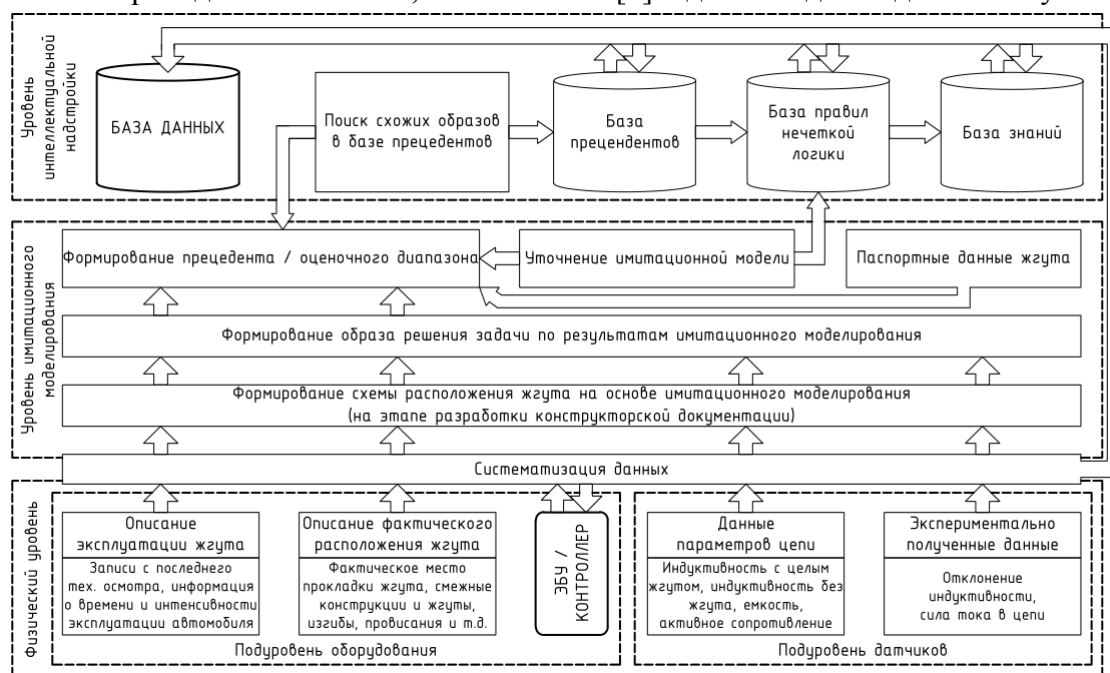


Рис. 1 – Структурная модель

К основным функциям автоматизированной системы, для которой предложена структурная модель можно отнести, в первую очередь, обработку, полученной с нижнего уровня, информации для формирования заключения о текущем состоянии эксплуатируемого жгута в реальном времени. Однако, помимо этого, предлагается добавить функцию выработки знаний, которые могут быть широко использованы в ходе разработки кабельного изделия, в том числе на этапе разработки конструкторской документации, что позволит улучшить качество его эксплуатации.

Структурную модель предлагается разделить на несколько уровней: уровень интеллектуальной надстройки, уровень имитационного моделирования, а также физический уровень, причем физический уровень также условно предлагается разделить на подуровень оборудования и подуровень датчиков.

**Физический уровень.** Данный уровень включает в себя параметры, которые оказывают непосредственное влияние на жгут, и характеризуется двумя подуровнями: оборудования и данных.

Подуровень оборудования включает в себя:

- Описание эксплуатации жгута (записи с последнего технического осмотра, информация о времени и интенсивности эксплуатации автомобиля);
- Описание фактического расположения жгута (фактическое место прокладки жгута, смежные конструкции и жгуты, изгибы, провисания и другие параметры, которые могут физически оказывать влияние на параметры жгута в момент непосредственной эксплуатации автомобиля);
- В зависимости от конфигурации, экспертная система может взаимодействовать либо с электронным блоком управления напрямую, либо через контроллер. Информацию с нижнего уровня также подразумевается получать через контроллер.

Подуровень датчиков включает в себя:

- Данные параметров цепи (данные, которые задаются для электрической цепи диагностирующего устройства самостоятельно, среди них: индуктивность с целым жгутом, индуктивность без жгута, емкость, активное сопротивление);

– Экспериментально полученные данные (данные, которые были получены с помощью эксперта, либо экспериментальном путем при различных идентифицированных неисправностях жгута, и его различных геометрических параметров, среди них: отклонение индуктивности сила тока в цепи).

Информация с физического уровня систематизируется и передается на уровень имитационного моделирования.

Уровень имитационного моделирования. На данном уровне просчитывается имитационная модель, результаты которой могут также быть использованы для формирования схемы расположения жгута, что в свою очередь может быть использовано на этапе разработки конструкторской документации. На этом же уровне происходит формирование образа решения задачи по результатам той же имитационной модели. На этой основе и с учетом паспортных данных, а также в результате уточнения имитационной модели, формируется прецедент и/или оценочный диапазон, для формирования заключения об уже эксплуатируемом жгуте.

Уровень интеллектуальной надстройки. Данный уровень является заключительным. На нем происходит занесение полученных с предыдущего уровня прецедентов в базу прецедентов, либо идентификация, если подобный прецедент уже имеется там. Далее, на основе прецедентов происходит формирование правил работы экспертной системы с помощью алгоритмов нечеткой логики и занесение их в соответствующую базу.

**Выводы.** В целях разработки интеллектуальной системы для автоматизированной системы контроля состояния жгутов транспортных средств, была предложена структурная модель, функционирующая при помощи методов на основе элементов искусственного интеллекта. Структурную модель было предложено рассматривать в качестве совокупности трех уровней: физического уровня, уровня имитационного моделирования и уровня интеллектуальной надстройки.

**Заключение.** Таким образом автоматизированная система, для которой была предложена структурная модель, будет иметь возможность не только формировать заключение о неисправности и ее типе либо отсутствии таковой для уже эксплуатируемого жгута в реальном времени, но и использовать полученные данные для этапа имитационного моделирования, а полученная с данного этапа информация уже может быть использована на этапе разработки конструкторской документации, что поможет улучшить качественные характеристики эксплуатации.

#### **Список литературы**

- 1 ГОСТ 23586-96. Монтаж электрический радиоэлектронной аппаратуры и приборов. Технические требования к жгутам и их креплениям / Беларусь, Минск: ИПК «Издательство стандартов», 2001 г.
- 2 Башмаков Д.А., Сайфутдинов З.Г., Хамбалов А.М. Повышение эффективности контроля рабочего состояния электрических жгутов // "Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация", №3(92), 2022г. – С. 13-18.
- 3 Башмаков Д.А., Сайфутдинов З.Г., Ильин В.И., Савицкий С.К. Повышение эффективности контроля рабочего состояния электрической проводки автомобиля // "Научно-технический вестник Поволжья", №11 2022г. – С. 117-120.