

УДК 629.3.083

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ ПОСТРОЕНИЯ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОНОМНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

© 2025 С.В. Сусарев, Н.А. Осмаков, В.Н. Козловский

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Статья поступила в редакцию 04.04.2025

Рассматривается проблема формализации предметной области качества технического обслуживания транспортных средств через разработку онтологических моделей. Подчеркнута необходимость комплексного подхода к оценке качества обслуживания, учитывающего взаимосвязи между финансовыми, эксплуатационными, техническими и логистическими аспектами. Основная цель работы – предложить структурированную онтологическую модель, способную автоматизировать процессы анализа данных, прогнозирования отказов и принятия решений в контексте обслуживания автономных транспортных средств. Проанализировано три подхода на примере моделирования грузовика: иерархия классов с экземплярами, множественное наследование классов, декомпозиция на специализированные классы. Третий подход признан наиболее эффективным благодаря детализации, масштабируемости и автоматизации. При этом четкое разделение моделей, экземпляров и шаблонов устраняет неоднозначности, добавление новых классов не требует перестройки существующей структуры, и поддержка логического вывода позволяет использовать модель в системах поддержки принятия решений. Перспективы использования такого подхода заключаются в интеграции с IoT-датчиками для реального времени мониторинга автономного транспортного средства и применения машинного обучения для прогнозирования отказов на основе онтологических данных. Статья представляет ценность для специалистов в области логистики, ИТ-инфраструктуры и инженеров, занимающихся разработкой систем управления транспортными парками.

Ключевые слова: качество; надежность; автомобиль.

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-2-66-73

EDN: FORETX

Предметная область оценки качества технического обслуживания транспортных средств может рассматриваться с различных сторон:

- финансовой выгоды;
- потока обслуживаемых транспортных средств;
- процесса эксплуатации;
- наличия комплектующих;
- технической структуры транспортного средства;
- возможных неисправностей и их причинах.

Наиболее объективным является рассмотрение предметной области одновременно с нескольких сторон, чтобы представлять взаимосвязи и влияние ее составляющих друг на друга. Наиболее наглядным способом представления предметной области является семантическое описание, отраженное в виде схемы, представленной на рисунке 1.

Каждый элемент данной схемы можно представить более подробно, в зависимости от требований. Для проектирования онтологической модели наиболее важными элементами являются техническое состояние парка транспортных средств и техническое обслуживание транспортных средств, однако, следует также заложить в архитектуру возможность расширения модели под новые элементы.

Семантическая сеть – это метод представления знаний, который визуализирует связи между понятиями в виде графа, состоящего из узлов (объекты, понятия, события) и дуг (отношения между ними). Это позволяет структурировать информацию, подчеркивая смысловые взаимосвязи.

Семантическое описание позволяет представлять данные в удобном для человека формате, однако для ЭВМ необходимо произвести их формализацию. В настоящее время для этого можно использовать преобразование семантического описания в онтологическую модель, которая на основе заложенных в нее правил и данных производит логические выводы и новые знания.

Разработка онтологических моделей при оценке качества обслуживания автономных роботизированных транспортных средств является перспективным направлением, которое объединяет

Сусарев Сергей Васильевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой. E-mail: susarev_sergey@mail.ru

Осмаков Никита Александрович, магистрант. E-mail: nikitaosmakov2001@gmail.com

Козловский Владимир Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой.

E-mail: Kozlovskiy-76@mail.ru

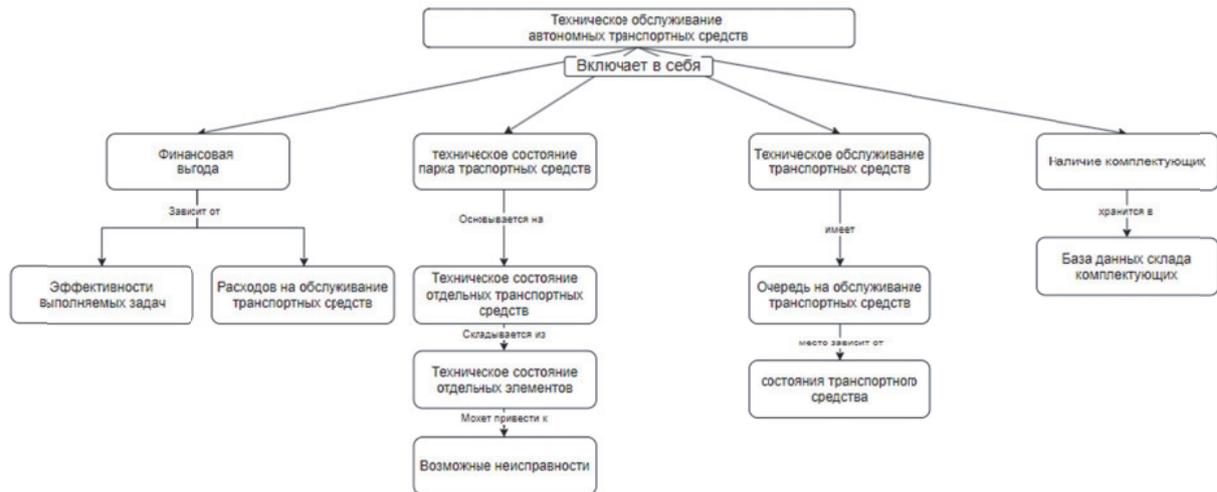


Рисунок 1 – Семантическое описание предметной области обслуживания транспортных средств

методы искусственного интеллекта, управления данными и системного анализа. Системы, построенные на базе онтологических моделей, могут использоваться для оптимизации процессов технического обслуживания, ремонта и диагностики транспортных средств.

В соответствии с ГОСТ Р 70846.3-2023 «Национальная система пространственных данных. Онтология» в данной работе приняты термины и определения, которые будут использоваться при описании онтологической модели [1].

Индивид – это представление физического объекта из предметной области.

Экземпляр – это индивид, являющийся членом класса.

Класс – это множество индивидов, каждый из которых удовлетворяет условиям членства в классе. Подкласс – это класс, который есть специализация одного или более других классов (надклассов). Экземпляры подкласса являются экземплярами надкласса.

Надкласс – это класс, который есть обобщение одного или более других классов (подклассов).

Отношение – это способ, которым связаны сущности.

Выражение отношения – это выражение, используемое для утверждения об отношении.

Свойство – это характеристика сущности, используемая для описания сущности, которое приобретает значение в виде литерала, либо другой сущности.

Свойство данных – это значение свойства в виде литерала.

Свойством объекта – это свойство, представляющее собой выражение отношения между двумя индивидами.

Диапазон свойства – это набор сущностей или значений данных, с которыми могут быть связаны другие сущности посредством свойств.

Домен свойства – это набор сущностей, которые могут быть связаны с другими сущностями или значениями данных посредством свойства.

Свойства объектов, имеющие диапазон свойства в виде класса и домен свойства в виде класса, могут описывать выражения отношения между индивидами этих классов.

Литерал – это явно указанное значение.

Мощность – это количество различных значений, которое может иметь конкретное свойство.

Онтологическая модель предметной области представляет собой формализованное описание терминов, их свойств и взаимосвязей, что позволяет автоматизировать процессы анализа и принятия решений. Для транспортных средств это включает:

Классификацию объектов: транспортные средства, компоненты (двигатель, АКПП, датчики), типы неисправностей, методы диагностики;

Динамические аспекты: события (например, сбой в работе), процессы (диагностика, ремонт), временные параметры обслуживания;

Связи между сущностями: например, связь между типом неисправности и рекомендованным методом ремонта.

Для описания качества обслуживания технических средств критически важно учитывать событийный подход, который фиксирует изменения в системе (например, срабатывание датчика, ошибка диагностики) и их причинно-следственные связи:

- События – Обнаружение_неисправности, замена_детали,
- калибровка_датчика;

- Причинно-следственные связи: ошибка двигателя, требуется диагностика;
- Преимущества – возможность отслеживания истории обслуживания и прогнозирования будущих отказов.

Методологии разработки онтологий:

- Использование OWL и Protege – стандартный инструментарий для создания онтологий, поддерживающий логический вывод и проверку непротиворечивости;
- Мета-онтологические модели – объединение подмоделей (например, для описания ресурсов, процессов, пользователей) в единую структуру;
- Автоматизация – извлечение данных из рабочих программ или технической документации для первичного наполнения онтологии.

Разрабатываемая онтологическая модель будет использована для описания предметной области технического обслуживания автономных транспортных средств. Она должна описывать техническую конструкцию транспортных средств, их возможные неисправности, параметры перехода в неисправное состояние, конкретные компоненты и их параметры во временном интервале.

В работе [2] представлена разработка онтологической модели системы технического обслуживания, адаптированной для применения в агропромышленном производстве. В исследованиях [3, 4] предложена методика формирования баз знаний с использованием шаблонов онтологического проектирования и таблиц решений для обслуживания авиационной техники

В статье [5] рассматривается подход к проектированию системы поддержки принятия решений при техническом обслуживании и ремонте парка роботизированных автомобилей сельскохозяйственного назначения. Рассмотрен онтологический шаблон содержания для процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей сельскохозяйственного назначения.

Работа [6] посвящена разработке онтологической модели для повышения безопасности в транспортной сфере. Авторы исследуют информационные аспекты управления безопасностью, фокусируясь на онтологии предметной области, моделях данных и вариантах использования.

В работе [7] показано, что мониторинг состояния автономных транспортных средств выполняется в процессе его эксплуатации. Анализ технического состояния и прогноз осуществляется на базе цифрового двойника автономных транспортных средств.

Онтологическая модель должна предоставлять полную картину о предметной области, позволяя оценить ситуацию как со стратегической позиции – рассматривая целиком парк транспортных средств, так и с позиции «от первого лица» - рассматривая каждое транспортное средство. Это предъявляет различные требования к онтологической модели:

- 1) Онтологическая модель должна отражать стратегический вид парка транспортных средств;
- 2) Каждое транспортное средство должно быть возможно рассмотрено подробно;
- 3) Должны быть учтены условия эксплуатации каждого транспортного средства в различные моменты времени;
- 4) Онтологическая модель должна иметь полный перечень компонентов, из которых состоит транспортное средство;
- 5) Онтологическая модель должна иметь полный перечень неисправностей компонентов и их влияние друг на друга;
- 6) Каждый компонент должен иметь используемую модель и ее характеристики, а также экземпляры моделей, используемые на транспортных средствах;
- 7) Экземпляры компонентов должны иметь историю эксплуатации, сохраняя параметры, данные о ремонте и техническом обслуживании;
- 8) Онтологическая модель должна быть масштабируема и универсальна для расширения под новые типы транспортных средств без изменения ее структуры;
- 9) Онтологическая модель должна иметь ряд правил, определяющих корректность введенных данных;
- 10) Отношения в онтологической модели должны иметь противоположные себе отношения, для возможности отслеживания полной картины.

Для удовлетворения требованиям, были опробованы три подхода к построению онтологической модели. К примеру, осуществим построение онтологии разными подходами согласно описанию: существует некоторая модель транспортного средства «Камаз 6511», на данную модель устанавливается компонент модели «ТН 34», который в свою очередь является бензиновым двигателем. У нас имеется купленное транспортное средство модели «Камаз 6511» с серийным номером 001, и на нем установлен компонент модели «ТН 34» с серийным номером 001. В онтологической модели должно быть отражено полное описание ситуации, позволяющее получить исчерпывающие знания об элементах онтологической модели (рисунок 2).

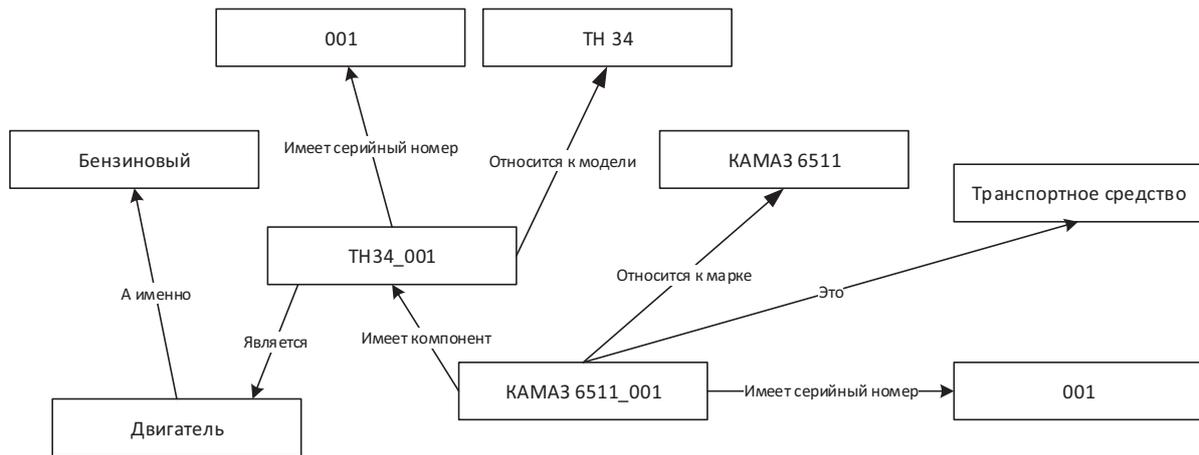


Рисунок 2 – Пример описания онтологической модели для автономного роботизированного транспортного средства

Необходимо учесть следующее:

- 1) экземпляры подклассов, к экземплярам надклассов которых применимы свойства объектов, также являются применимыми для данных свойств;
- 2) свойства имеют противоположные друг другу, однако для наглядности они подразумеваются, но не указываются.

Первый подход заключается в выстраивании иерархии классов таким образом, что экземпляры классов являются отражением конечных элементов класса. Данный подход представлен на рисунке 3.

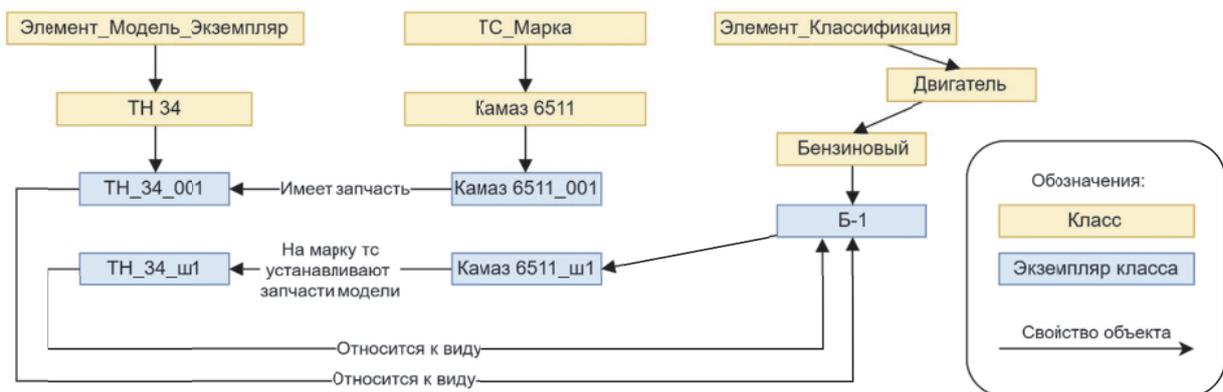


Рисунок 3 – Первый подход к построению онтологической модели

Онтологическая модель имеет три класса: «Элемент_Модель_Экземпляр», «ТС_Марка» и «Элемент_Классификация». В свою очередь, класс «Элемент_Модель_Экземпляр» имеет подкласс «ТН 34», который отражает модель компонента «ТН 34». Класс «ТС_Марка» имеет подкласс «Камаз 6511», отражающий модель транспортного средства «Камаз 6511». Класс «Элемент_Классификация» имеет подкласс «Двигатель», который содержит подклассы «Бензиновый» и «Дизельный», отражающие типы элементов.

Также в модели присутствуют свойства объектов между экземплярами классов. Свойство объекта «Имеет запчасть» применимо к экземплярам классов «ТС_Марка» и «Элемент_Модель_Экземпляр», Свойство объекта «Относится к типу» применимо к экземплярам классов «Элемент_Модель_Экземпляр» и «Элемент_Классификация».

Экземплярами класса «ТН 34» являются «ТН34_001», отражающий компонент модели «ТН34» с серийным номером 001 и «ТН34_Ш1», отражающий виртуальный элемент модели «ТН 34», используемый для обозначения применимости данной модели компонента в какой-либо модели транспортного средства.

Экземплярами класса «Камаз 6511» являются «Камаз 6511_001», отражающий купленное транспортное средство модели «Камаз 6511» с серийным номером 001 и «Камаз 6511_Ш1», представляющий собой виртуальный экземпляр модели «Камаз 6511», используемый для представления о структуре транспортных средств модели «Камаз 6511».

Классы «Бензиновый» и «Дизельный» имеют экземпляры «Б-1» и «Д-1» соответственно, отражающие тип двигателя.

Между индивидами «Камаз 6511_Ш1» и «ТН 34_Ш1» имеется свойство объекта «Имеет запчасть», а между «ТН 34_Ш1» и «Б-1» - «Относится к типу». Аналогичные свойства объектов имеются между индивидами «Камаз 6511_001» и «ТН 34_001», «ТН 34_001» и «Б-1».

Рассматривая данную онтологическую модель, можно получить полное представление о рассматриваемой ситуации, однако в перспективе разработки системы поддержки и принятия решения данный подход имеет недостатки. При таком подходе экземпляры в классах, отражающих модели чего-либо, имеют избыточные свойства объектов, а иерархическая структура классов постепенно сходится к классам, которые отражают множества индивидов.

Второй подход заключается в выстраивании иерархии классов таким образом, что некоторые классы могут являться одновременно подклассами нескольких классов. Данный подход представлен на рисунке 4.

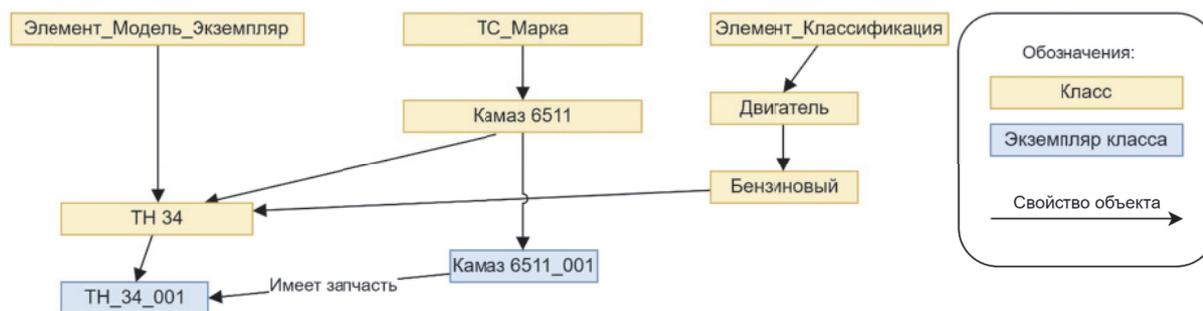


Рисунок 4 – Второй подход к построению онтологической модели

Структура данной онтологической модели схожа со структурой, описанной в первом варианте. Она имеет три класса: «Элемент_Модель_Экземпляр», «ТС_Марка» и «Элемент_Классификация». Класс «Элемент_Модель_Экземпляр» имеет подкласс «ТН 34», который отражает модель компонента «ТН 34». Класс «ТС_Марка» имеет подкласс «Камаз 6511», отражающий модель транспортного средства «Камаз 6511». Класс «Камаз 6511» имеет подкласс «ТН 34», что отражает применение на данной модели транспортного средства компонентов модели «ТН 34». Класс «Элемент_Классификация» имеет подкласс «Двигатель», который содержит подклассы «Бензиновый» и «Дизельный», отражающие типы элементов. Класс «Бензиновый» имеет подкласс «ТН 34», что отражает принадлежность компонентов модели «ТН 34» к типу бензиновых двигателей.

В данной модели присутствует одно свойство объектов «Имеет запчасть» между экземплярами классов «ТС_Марка» и «Элемент_Модель_Экземпляр».

Экземпляром класса «ТН 34» являются «ТН34_001», отражающий компонент модели «ТН34» с серийным номером 001.

Экземпляром класса «Камаз 6511» является «Камаз 6511_001», отражающий купленное транспортное средство модели «Камаз 6511» с серийным номером 001.

Между индивидами «Камаз 6511_001» и «ТН 34_001» имеется свойство объекта «Имеет запчасть».

Данная онтологическая модель также позволяет получить полное представление об описываемой ситуации, однако имеет существенные недостатки при использовании в разработке СППР. Такая модель не позволяет определить границу перехода от классификации элементов к их составляющим, поскольку классы, являющиеся подклассами нескольких классов, одновременно находятся в нескольких иерархиях, однако не подходят по смыслу. Данный недостаток можно купировать, вводя дополнительные маркеры в классы, отвечающие за разделение их по смыслу, однако это значительно повышает сложность системы, риск ошибок и не целесообразно.

Третий подход заключается в разбиении предметной области на мелкие классы, экземпляры которых будут нести конечный неделимый элемент, связанный с другими посредством свойств. Данный подход представлен на рисунке 5.

Модель имеет следующие классы: «Элемент_Модель», «Элемент_Экземпляр», «Элемент_Шаблон», «ТС_Марка», «ТС_Экземпляр», «ТС_Шаблон» и «Элемент_Классификация». В свою очередь, класс «Элемент_Модель» имеет подкласс «ТН 34», который отражает модель компонента «ТН 34». Класс «ТС_Марка» имеет подкласс «Камаз 6511», отражающий модель транспортного средства «Камаз 6511». Класс «Элемент_Классификация» имеет подкласс «Двигатель», который содержит подклассы «Бензиновый» и «Дизельный», отражающие типы элементов.

Также в модели присутствуют свойства объектов между экземплярами классов:

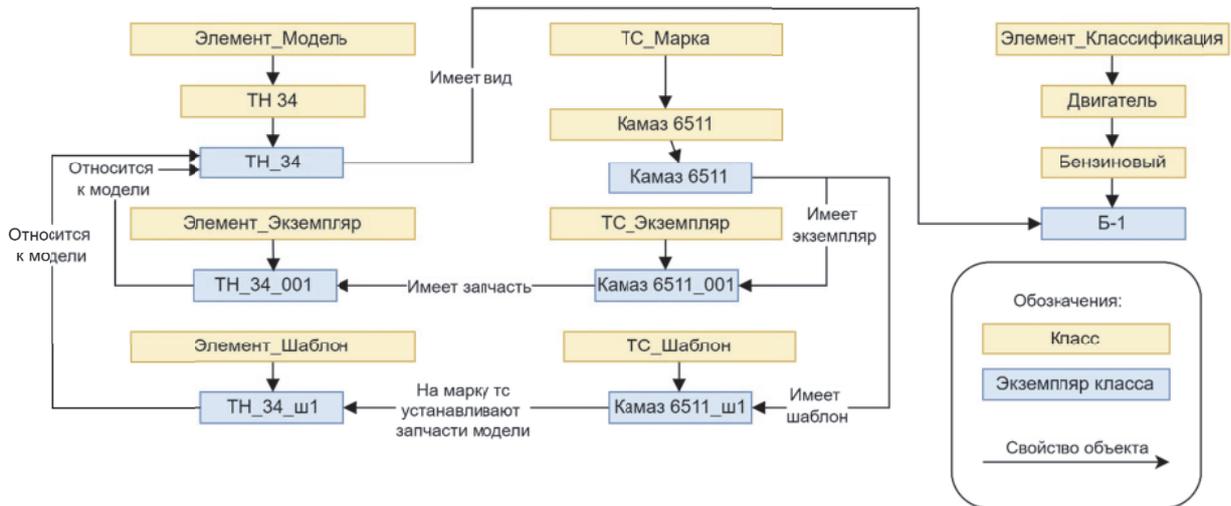


Рисунок 5 – Третий подход к построению онтологической модели

- 1) свойство объекта «Имеет за часть» применимо к экземплярам классов «ТС_Экземпляр» и «Элемент_Экземпляр»;
- 2) свойство объекта «Относится к типу» применимо к экземплярам классов «Элемент_Модель» и «Элемент_Классификация»;
- 3) свойство объекта «на данные модели устанавливают» применимо к экземплярам классов «ТС_Шаблон» и «Элемент_Шаблон»;
- 4) свойство объекта «Модель ТС имеет Экземпляр ТС» применимо к экземплярам классов «ТС_Модель» и «ТС_Экземпляр»;
- 5) свойство объекта «Модель ТС имеет Шаблон ТС» применимо к экземплярам классов «ТС_Модель» и «ТС_Шаблон»;
- 6) свойство объекта «Экземпляр элемента имеет модель элемента» применимо к экземплярам классов «Элемент_Экземпляр» и «Элемент_Модель»;
- 7) свойство объекта «Шаблон элемента имеет модель элемента» применимо к экземплярам классов «Элемент_Шаблон» и «Элемент_Модель».

Или представить в виде таблицы

Класс 1	Свойство объекта	Класс 2
ТС_Модель	Модель ТС имеет Шаблон ТС	ТС_Шаблон
Элемент_Экземпляр	Экземпляр элемента имеет модель элемента	Элемент_Модель
Элемент_Шаблон	Шаблон элемента имеет модель элемента	Элемент_Модель

Классы имеют следующие экземпляры:

- 1) Экземпляром класса «ТН 34» являются «ТН_34», отражающий модель «ТН34»;
- 2) Экземпляром класса «Элемент_Шаблон» является «ТН_34_Ш1», отражающий виртуальный экземпляр компонента модели «ТН34»;
- 3) Экземпляром класса «Элемент_Экземпляр» является «ТН_34_001», отражающий компонент модели «ТН34» с серийным номером 001;
- 4) Экземпляром класса «Камаз 6511» является «Камаз_6511», отражающий модель транспортного средства «Камаз 6511»;
- 5) Экземпляром класса «ТС_Экземпляр» является «Камаз 6511_001», отражающий купленное транспортное средство модели «Камаз 6511» с серийным номером 001 ;
- 6) Экземпляром класса «ТС_Шаблон» является «Камаз 6511_Ш1», представляющий собой виртуальный экземпляр модели «Камаз 6511», используемый для представления о структуре транспортных средств модели «Камаз 6511»;
- 7) Экземпляром класса «Бензиновый» является «Б-1»;
- 8) Экземпляром класса «Дизельный» является «Д-1»;

Или представить в виде таблицы

Класс	Индивид	Что отражает
Элемент_Экземпляр	ТН_34_001	компонент модели «ТН34» с серийным номером 001
ТС_Экземпляр	Камаз 6511_001	купленное транспортное средство модели «Камаз 6511» с серийным номером 001
ТС_Шаблон	Камаз 6511_Ш1	представляющий собой виртуальный экземпляр модели «Камаз 6511», используемый для представления о структуре транспортных средств модели «Камаз 6511»

Между индивидами существуют следующие свойства объектов:

- 1) «Камаз 6511_001» и «ТН_34_001» имеют свойство объекта «Имеет запчасть»;
- 2) «ТН_34» и «Б-1» имеют свойство объекта «Относится к типу»;
- 3) «Камаз 6511_Ш1» и «ТН_34_Ш1» имеют свойство объекта «на данные модели устанавливают»;
- 4) «Камаз_6511» и «Камаз 6511_001» имеют свойство объекта «Модель ТС имеет Экземпляр ТС»;
- 5) «Камаз_6511» и «Камаз 6511_Ш1» имеют свойство объекта «Модель ТС имеет Шаблон ТС»;
- 6) «ТН_34_001» и «ТН_34» имеют свойство объекта «Экземпляр элемента имеет модель элемента»;
- 7) «ТН_34_Ш1» и «ТН_34» имеют свойство объекта «Шаблон элемента имеет модель элемента»;

Или представить в виде таблицы

Индивид 1	Свойство объекта	Индивид 2
Камаз_6511	Модель ТС имеет Шаблон ТС	Камаз 6511_Ш1
ТН_34_001	Экземпляр элемента имеет модель элемента	ТН_34
ТН_34_Ш1	Шаблон элемента имеет модель элемента	ТН_34

Онтологическая модель, выполненная с помощью данного подхода, имеет наибольшее количество классов и свойств объектов, но вместе с тем позволяет получить наиболее детальную модель ситуации, может быть легко масштабирована путем добавления новых классов и связей без изменения уже существующих элементов, а также адаптируема под программные средства благодаря прострой архитектуре. Отличие данного подхода от первого в том, что экземпляры классов не представляют собой элементы, имеющую общую модель в виде их класса. Наглядный пример: В первом подходе класс «Элементы_Модель_Экземпляр» имеет подкласс «ТН 34», экземпляры которого являлись компонентами, имеющими модель «ТН 34». В третьем подходе класс «Элементы_Модель» имеет подкласс «ТН 34», который имеет экземпляр «ТН_34», отражающий модель «ТН 34», а не компонент, имеющий модель «ТН 34».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 70846.3-2023. Национальная система пространственных данных. Онтология. Общие положения. – М.: ФГБУ «Институт стандартизации», 2023. – 24 с. – Введ. 01.03.2024. – (Национальный стандарт Российской Федерации).
2. *Димитров, В.П.* Построение онтологии технического сервиса в агропромышленном комплексе / В.П. Димитров, Л.В. Борисова, Б.Б. Жмайлов // Вестник ДГТУ. – 2011. – Т. 11. – № 10(61). – С. 1771-1779.
3. *Грищенко, М.А.* Разработка диагностических интеллектуальных систем на основе онтологий / М.А. Грищенко, Н.О. Дородных, С.А. Коршунов, А.Ю. Юрин // Онтология проектирования. – 2018. – Т. 8. – № 2(28). – С.265-284. – DOI: 10.18287/2223-9537-2018-8-2-265-284.
4. *Дородных, Н.О.* Использование онтологических шаблонов содержания при построении баз знаний для технического обслуживания и ремонта авиационной техники / Н.О. Дородных, О.А. Николайчук, А.Ю. Юрин // Онтология проектирования. – 2022. – Т. 12. – № 2(44). – С.158-171. – DOI: 10.18287/2223-9537-2022-12-2-158-171.

5. Орлов С.П. Система поддержки принятия решений при управлении техническим обслуживанием автономных транспортных средств / С.П. Орлов, С.В. Сусарев // *Онтология проектирования*. – 2023. – Т. 13. – №3. – С. 424-436. – doi: 10.18287/2223-9537-2023-13-3-424-436.
6. Борисов, А.В. Информационные аспекты обеспечения безопасности на транспорте: онтология предметной области, модели и варианты использования / А.В. Борисов, А.В. Босов, Д.В. Жуков, А.В. Иванов, Д.В. Сушко // *Системы и средства информатики*, – 2020. – Т. 30. – № 1. – С.126–134
7. Сусарев, С.В. Моделирование процессов прогнозного технического обслуживания роботизированных агротехнических автомобилей / С.В. Сусарев, С.П. Орлов, Е.Е. Бизюкова, Р.А. Учайкин // *Математические методы в технологиях и технике*. – 2021. – № 1. – С. 148-153. – DOI: 10.52348/2712-8873_MMTT_2021_1_148.

ANALYSIS OF APPROACHES TO CONSTRUCTING ONTOLOGICAL MODELS IN ASSESSING THE QUALITY OF SERVICE OF AUTONOMOUS ROBOTIC VEHICLES

© 2025 S.V. Susarev, N.A. Osmakov, V.N. Kozlovsky

Samara State Technical University, Samara, Russia

The problem of formalizing the subject area of quality of technical maintenance of vehicles through the development of ontological models is considered. The need for an integrated approach to assessing the quality of service, taking into account the relationships between financial, operational, technical and logistical aspects is emphasized. The main goal of the work is to propose a structured ontological model capable of automating the processes of data analysis, failure prediction and decision-making in the context of servicing autonomous vehicles. Three approaches are analyzed using the example of modeling a truck: hierarchy of classes with instances, multiple inheritance of classes, decomposition into specialized classes. The third approach is recognized as the most effective due to its detailing, scalability and automation. At the same time, a clear separation of models, instances and templates eliminates ambiguities, adding new classes does not require restructuring the existing structure, and support for logical inference allows the model to be used in decision support systems. The prospects for using this approach include integration with IoT sensors for real-time monitoring of an autonomous vehicle and the use of machine learning to predict failures based on ontological data. The article is valuable for specialists in the field of logistics, IT infrastructure and engineers involved in the development of fleet management systems.

Keywords: quality; reliability; car.

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-2-66-73

EDN: FORETX

REFERENCES

1. GOST R 70846.3-2023. Nacional'naya sistema prostranstvennyh dannyh. Ontologiya. Obshchie polozheniya. – М.: FGBU «Institut standartizacii», 2023. – 24 s. – Vved. 01.03.2024. – (Nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii).
2. Dimitrov, V.P. Postroenie ontologii tekhnicheskogo servisa v agropromyshlennom komplekse / V.P. Dimitrov, L.V. Borisova, B.B. Zhmajlov // *Vestnik DGTU*. – 2011. – Т. 11. – № 10(61). – С. 1771-1779.
3. Grishchenko, M.A. Razrabotka diagnosticheskikh intellektual'nyh sistem na osnove ontologii / M.A. Grishchenko, N.O. Dorodnyh, S.A. Korshunov, A.Yu. Yurin // *Ontologiya proektirovaniya*. – 2018. – Т. 8. – № 2(28). – С.265-284. – DOI: 10.18287/2223-9537-2018-8-2-265-284.
4. Dorodnyh, N.O. Ispolzovanie ontologicheskikh shablonov sodержaniya pri postroenii baz znaniy dlya tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta aviacionnoj tekhniki / N.O. Dorodnyh, O.A. Nikolajchuk, A.Yu. Yurin // *Ontologiya proektirovaniya*. – 2022. – Т. 12. – № 2(44). – С.158-171. – DOI: 10.18287/2223-9537-2022-12-2-158-171.
5. Orlov S.P. Sistema podderzhki prinyatiya reshenij pri upravlenii tekhnicheskim obsluzhivaniem avtonomnyh transportnyh sredstv / S.P. Orlov, S.V. Susarev // *Ontologiya proektirovaniya*. – 2023. – Т. 13. – №3. – С. 424-436. – doi: 10.18287/2223-9537-2023-13-3-424-436.
6. Borisov, A.V. Informacionnye aspekty obespecheniya bezopasnosti na transporte: ontologiya predmetnoj oblasti, modeli i varianty ispol'zovaniya / A.V. Borisov, A.V. Bosov, D.V. Zhukov, A.V. Ivanov, D.V. Sushko // *Sistemy i sredstva informatiki*, – 2020. – Т. 30. – № 1. – С.126–134
7. Susarev, S.V. Modelirovanie processov prognoznoego tekhnicheskogo obsluzhivaniya robotizirovannyh agrotekhnicheskikh avtomobilej / S.V. Susarev, S.P. Orlov, E.E. Bizyukova, R.A. Uchajkin // *Matematicheskie metody v tekhnologiyah i tekhnike*. – 2021. – № 1. – С. 148-153. – DOI: 10.52348/2712-8873_MMTT_2021_1_148.

Sergey Susarev, PhD in Engineering, Associate Professor, Head of Department. E-mail: susarev_sergey@mail.ru

Nikita Osmakov, Master's Student. E-mail: nikitaosmakov2001@gmail.com

Vladimir Kozlovsky, Doctor of Engineering, Professor, Head of Department. E-mail: Kozlovskiy-76@mail.ru