

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

Выпускная квалификационная работа

**ФОРМИРОВАНИЕ ДВУЯЗЫЧНОЙ БАЗЫ ЗНАНИЙ
АНДРОИДНОГО РОБОТА
(на материале предметной области «Автомобили»)**

Автор:

Злых Наталья Михайловна
группа ЛП-19-1моз

Научный руководитель:

д-р филол. наук, проф. кафедры ИЯЛП
Нестерова Н. М.

Пермь 2018
ОГЛАВЛЕНИЕ

У

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.....	3
Введение.....	3
Терминология и терминосистема. Когнитивный подход к их изучению.....	5
Фреймовый подход к описанию объекта.....	8
Граф как способ представления содержания текста.....	10
Сопоставительный анализ методов представления знаний в формате «фрейм» и «граф».....	12
Андроидный робот как интеллектуальная система.....	13
Предметная область. Проблема ее формализованного представления.....	14
Методика введения денотатных графов в базу знаний интеллектуальных систем.....	16
Моделирование диалога человек-робот на основе денотатного представления предметной области.....	17
Заключение.....	21
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	22
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	25

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Введение

Настоящая работа посвящена изучению способов представления предметной области в интеллектуальных системах. Особое внимание в данной работе уделяется сетевой модели представления знаний, а именно денотатному графу.

Особый интерес сегодня привлекают исследования в области развития интеллектуальных систем и способов представления знаний в них. Система машинного перевода можно назвать одной из подобных систем. Всем известно, насколько несовершенен машинный перевод. Главная проблема неточности такого перевода заключается в том, что машина (компьютер) не умеет мыслить, размышлять, как это делаем мы, люди. Поэтому в настоящее время задача ученых заключается в том, чтобы научить компьютер мыслить, как человек. Область робототехники, безусловно, одна из ведущих областей, работающих над решением данной задачи. Однако для того, чтобы правильно, четко представить знания о какой-либо предметной области, необходима и помощь лингвистов. Именно поэтому данная работа проводится совместно с кафедрой Информационных технологий и автоматизированных систем (ИТАС) и Центром робототехники ПНИПУ.

Причины выбора предметной области «автомобили» объясняется тем, что сама область автомобилестроения является постоянно развивающейся и, таким образом, привлекает внимание ученых. Однако в данной работе мы ограничились работой двигателя внутреннего сгорания (далее ДВС), так как невозможно в рамках одного исследования охватить весь спектр технических возможностей автомобиля.

Построение различных лингвистических и когнитивных моделей сегодня также привлекает внимание ученых. В нашей работе будут описаны такие модели, как фрейм и граф. Фреймы будут рассматриваться как способ систематизации терминологии какой-либо предметной области. Графы, в свою очередь, как результат денотативного анализа, исследуются как способ описания не только понятий той или иной области, но и связей (отношений) между этими понятиями. Все

вышесказанное определяет **актуальность** проблемы, рассматриваемой в данном исследовании.

Объектом исследования является представление предметной области «работа ДВС». В качестве **предмета** выступает введение предметной области «работа ДВС» в интеллектуальную систему.

Цель работы заключается в построении денотатных графов, описывающих предметную область «работа ДВС» и их введение в интеллектуальную систему и моделировании диалога в системе «человек-робот».

В соответствии с целью работы ставятся следующие *задачи*:

- изучить фреймовый подход для систематизации понятий и графовый метод для представления знаний и провести их сопоставительный анализ;

- изучить понятие андроидного робота с точки зрения интеллектуальной системы;

- изучить понятие предметной области, способы и проблемы ее формализации и представить предметную область «работа ДВС» с помощью денотатного графа;

- ввести денотатный граф в интеллектуальную систему и смоделировать диалог «человек-робот»;

Для достижения цели и решения поставленных задач использовались следующие **методы** исследования:

1. Контекстуальный анализ английских и русских текстов, описывающих предметную область «работа ДВС»;

2. Прием систематики специальной лексики, в особенности ключевых понятий, необходимых для представления указанной выше предметной области, т. е. для построения денотатного графа;

3. Сравнительный анализ способов описания предметной области, а именно методов фрейма и денотатного графа.

Новизна работы заключается в практическом использовании метода построения денотатных графов с целью их дальнейшего введения в интеллектуальную систему и лингвистического моделирования возможного диалога в системе «человек-робот» на тему «работа ДВС».

Практическая значимость состоит в создании денотатных графов, представляющих знания о работе ДВС, которые в дальнейшем могут быть введены в систему для программирования робота, способного вести диалог с человеком на тему «работа ДВС».

Материалом исследования послужили тексты на тему «Работа ДВС» как на русском, так и на английском языках.

Методологическую базу составляют работы, посвященные глубинному изучению таких методов представления знаний, как денотатные графы (А. И. Новиков, Н.И. Жинкин, Н. А. Герте) и фреймы (И. Гофман, М. Минский), также труды в области терминологии (С. В. Гринев-Гриневиц, М.К. Борисова, В. М. Лейчик, Д. С. Лотте, Е. А. Рябова), некоторые работы, исследующие представление предметной области (С. И. Макаренко, Ю. Долгов) и их представление в интеллектуальных системах (Г. В. Рыбина).

Терминология и терминосистема. Когнитивный подход к их изучению

В нашем исследовании термин можно назвать ключевым понятием, на которое мы опираемся при изучение выбранной предметной области «работа ДВС».

В настоящее время в науке существует множество определений термина. Тем не менее лингвисты точного определения этому понятию дать не могут. И даже в своих работах дают по несколько вариантов определений. Слово «термин» происходит от латинского *terminus* – «предел, граница». Согласно одному из определений, термин – слово или словосочетание, обозначающее специальное понятие, употребляемое в науке, технике, искусстве [32]. Также термины характеризуют как слова специальные, ограниченные своим особым назначением; слова, стремящиеся быть однозначными как точное выражение понятий и название вещей (А. А. Реформатский). Л. Л. Нелюбин в «Толковом переводоведческом словаре», приводит следующее определение термина, которое, кажется, максимально отражает всю сущность понятия термин. Итак, термин это:

1) слово или словосочетание специального (научного, технического, военного и т.п.) языка, создаваемое (принимаемое, заимствуемое и т.п.) для точного выражения специальных понятий и обозначения специальных предметов;

2) слово, не допускающее модуляции;

3) слово или словосочетание, являющееся точным обозначением определенного понятия в области науки, техники, искусства, общественной жизни;

4) слово, наделенное качеством обозначать научное понятие, составляющее вместе с другими понятиями данной отрасли науки или техники одну семантическую систему [Нелюбин, 2003: 224].

На основе вышесказанного можно сделать вывод, что поскольку термины являются частью конкретной лексической системы языка, они существуют в рамках определенной терминологии. И в пределах данной системы термин должен обладать следующими характеристиками:

- системностью;
- наличием дефиниции;
- тенденцией к моносемичности (т.е. однозначности);
- отсутствием экспрессии;
- стилистической нейтральностью.

Терминология – это еще одно понятие, которое является немаловажным в нашей работе. Это совокупность терминов, используемых в определённой области знания [Гринев-Гриневиц, 2008: 9].

Терминология каждой области знания строится на основе понятийных связей профессиональных знаний. Таким образом, терминология как систематический набор терминов ограничивает и вербально закрепляет систему понятий той или иной области знания.

Однако следует различать терминологии как естественно сложившиеся совокупности терминов определенных областей знания или их фрагментов и терминосистемы – упорядоченные терминологии с зафиксированными отношениями между терминами, отражающими отношения между называемыми этими терминами понятиями [30].

В своей работе «Терминология и терминосистема: аспекты корреляции» М.К. Борисова пишет о том, что терминология в

современной жизни играет важную роль, так как, не владея специальной лексикой, мы не можем ни изучать, ни развивать ни одну область знаний. Термины, в свою очередь, развиваются и изменяются вместе со стремительно развивающейся наукой. Вследствие такого развития появляются проблемы с изучением, освоением той или иной терминологии. Именно поэтому необходимо ее стандартизировать и систематизировать. Для этого у любой деятельности и области знаний существует своя система терминов, так называемая терминосистема, которая появляется, когда какая-либо область знания или деятельности сложилась в достаточной степени, имеет свою теорию, выявила и осознала все свои основные понятия и связи между ними. Одним из отличий терминосистемы от терминологии является то, что терминосистема конструируется специалистами данной области из сознательно отбираемых, а иногда и специально создаваемых слов и словосочетаний-терминов, а также терминов, заимствуемых из другого языка, для изложения теории, описывающей данную область. Кроме того, терминосистема выступает как результат сознательного упорядочения и конструирования из естественных, но специально отобранных единиц, которые считаются полноценными терминами [Лейчик, 2006]. И по мнению некоторых ученых-лингвистов главное различие между терминологией и терминосистемы заключается в том, что первая складывается постепенно вместе с соответствующе областью и системой понятий и является незаконченной системой, тогда как вторая может возникнуть только тогда, когда система понятий определенной отрасли уже сложилась.

Выделяют следующие особенности терминосистемы:

- структурированность;
- целостность;
- связность;
- относительная устойчивость.

При исследовании терминов, их появления и функционирования в языке все больше прибегают к когнитивным методам. Когнитивная лингвистика возникла на базе когнитивизма. Когнитивизм – это направление в науке, объектом изучения которого является человеческий

разум, мышление и те ментальные процессы и состояния, которые с ними связаны [Маслова, 2004: 6]. Когнитивизмом называют и программу исследований человеческого мыслительного механизма, спектр психических процессов мыслительных актов, и построение ментальных моделей.

Современная когнитивная лингвистика, или когнитивистика – это активно развивающаяся область научных исследований. Сам термин «когнитивный» в русском языке образовался от английского слова *cognitive*, корнями восходящий к латинскому и греческому языкам и связанный с понятиями познания, знания и мышления. Исследователи когнитивистики подчеркивали связи языка и когниции, которое также пришло из английского, от слова *cognition*. Это понятие, в свою очередь, включает в себя и процесс познания и его результат, т. е. знание [Кубрякова, 1994].

Существует разные определения когнитивной науки. Ее определяют и как науку о человеческом мозге и человеческом сознании, и как науку, изучающую познавательные и мыслительные процессы. Кроме того, считается, что задачей когнитивистики является объяснение и описание систем, обеспечивающих обработку информации. В общем, когнитивная лингвистика – это научное направление, которое объединяет изучение и процессов восприятия, и категоризации, и классификации, и осмысления мира [Скребцова, 2011].

Особое внимание в современной когнитивистике уделяется ментальным репрезентациям, т.е. внутренним представлениям, моделям, а также символам и стратегиям человека. Согласно данной науке, человек в своей речемыслительной деятельности действует в соответствии с определенными схемами, стратегиями, моделями и программами [Маслова, 2004].

Как было упомянуто выше сегодня при исследовании терминов все больше предпочтение отдается именно когнитивным методам. Изучение терминов с когнитивной точки зрения позволяют понять, причины формирования и развития терминологий в определенных направлениях, что в дальнейшем помогает структурировать и систематизировать терминологию какой-либо конкретной области знаний. А именно это

является основной нашей задачей при изучении терминологии предметной области «работа двигателя внутреннего сгорания».

Итак, когнитивная лингвистика предлагает несколько способов структуризации терминологии любой отрасли. Способами представления знаний служат такие когнитивные структуры, как, например, концепты, скрипты, сценарии, фреймы [3]. Фрейм является одним из самых популярных способов представления знаний. Он будет описан в следующем параграфе.

Фреймовый подход к описанию объекта

Как уже было отмечено выше, фреймы считаются одними из самых распространённых методов представления знаний. Слово «фрейм» пришло из английского языка (frame) и в переводе на русский обозначает «каркас» или «рамку». Фрейм – это способ представления знаний в искусственном интеллекте, представляющий собой схему действий в реальной ситуации [11]. Первоначально термин «фрейм» ввёл Марвин Ли Минский в 70-е годы XX века для обозначения структуры знаний для восприятия пространственных сцен.

Итак, фрейм является структурой данных для представления стереотипной ситуации. Его можно представить себе в виде сети, состоящей из узлов и связей между ними. Так называемые верхние уровни фрейма, как правило, четко определены, они всегда содержат в себе базовую информацию, т. е. основные понятия. Информация верхних уровней всегда неизменна для всего класса объектов, определяемых данным фреймом. На низших уровнях расположено множество особых вершин-терминалов, или как их еще называют «ячеек», которые, заполняются характерными примерами и данными. Терминалами устанавливаются условия, которым должны удовлетворять их задания. Есть простые условия, определяемые маркерами, к примеру, чтобы заданием терминала выступал какой-либо субъект, или предмет подходящих размеров, или указатель на субфрейм определенного типа (под субфреймами понимаются иерархические упорядоченные элементы, образующие системы фреймов). Условия также могут быть сложными.

Таковыми условиями задаются отношения между понятиями, включенными в различные терминальные вершины [Минский, 1979].

Кроме того, поскольку фрейм представляет собой какую-то стереотипную ситуацию, содержащую определенный смысл, фрейм можно представить как единицу перевода [Хайруллин, 2010].

Фреймы Минского можно применять как для представления специальных, так и универсальных знаний. Например, фреймы активно используются в экспертных системах.

Как выше уже было упомянуто, фрейм подразумевает иерархическую структуру, и его можно рассматривать как граф, состоящей из вершин и связей между ними. Фрейм можно также представлять в виде таблицы или схемы. Предлагается несколько способов заполнения слотов:

1. Заполнение фрейма по принципу «от высшего к низшему» по мере извлечения понятийной информации из текста.

2. Заполнение всего фрейма сразу в соответствии с выбранной терминосистемой.

Фрейм состоит из имени и отдельных единиц, называемых слотами, имеет однородную структуру (см. рис.1).

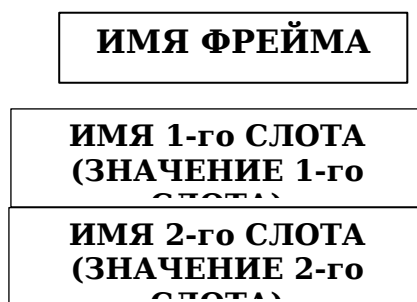


Рис.1. Структура фрейма

Однородная структура фрейма облегчает упорядочивание и систематизацию терминологии [Минский, 1979]. Важным аспектом здесь является то, что благодаря такому структурированному подходу, мы, с одной стороны, приходим к однозначности того или иного термина в рамках конкретной терминосистемы, а, с другой стороны, упрощаем освоение и усвоение данной терминологии. Более того, такие фреймовые схемы четко ограничивают терминосистему определенной области и обеспечивают стабильность ее функционирования в рамках этой области.

Как отмечает сам М. Минский, фрейм позволяет упорядочивать информацию в нашем сознании, что в дальнейшем облегчает и работу с ней. Кроме того, ученый говорит о том, что процесс нашего мышления основан на наличии в нем набора различных фреймов [Минский, 1979].

Для представления предметной области «работа ДВС» изначально был построен фрейм, см. рис. 2 и рис. 3. Однако в отечественной лингвистике существует и другой способ основанный на графовом изображении предметной области, который будет рассмотрен ниже.

Работа двигателя внутреннего сгорания	
Впуск	ВМТ (верхней мертвой точки), поршень, цилиндр, топливовоздушная смесь, клапан впуска
Сжатие	Поршень, нижняя мертвая точка, топливовоздушная смесь, цилиндр, камера сгорания, клапаны
Рабочий ход	ВМТ (верхней мертвой точки), система зажигания, топливовоздушная смесь, свеча зажигания, поршень, клапаны
Выпуск	Нижняя мертвая точка, выпускной клапан, поршень, выхлопные газы, цилиндр, топливовоздушная смесь

Рис. 2. Русскоязычный фрейм. Работа ДВС

Operation of the internal combustion engine	
Intake stroke	Top dead center, piston, cylinder, fuel-air mixture, intake valve
Compression stroke	Piston, bottom dead center, fuel-air mixture, cylinder, compression chamber, valves
Power stroke	Top dead center, ignition system, fuel-air mixture, cylinder, compression chamber, spark plug, piston, valves
Exhaust stroke	Bottom dead center, exhaust valve, piston, exhaust gases, cylinder, fuel-air mixture

Рис. 3. Англоязычный фрейм. Работа ДВС

Граф как способ представления содержания текста

Истоки термина «граф» лежат в математике, где граф трактуют как совокупность конечного числа точек, называемых вершинами графа, и попарно соединяющих некоторые из этих вершин линий, называемых ребрами или дугами графа [Оре, 1968]. В лингвистике (от лат. *denoto* — обозначаю и греч. — пишу) — это способ вычленения из текста существенных признаков ключевого понятия [26]. Можно также характеризовать граф как особую организацию материала, которая структурирует содержание текста, что ведет к более глубокому его пониманию [Герте, 2016].

Основателем данного направления в исследовании текста считается Н. И. Жинкин. Он определял построение денотатного графа как процесс «перекодирования линейного текста в целостную, иконическую схему» [Жинкин, 1978: 51].

А. И. Новиков, ученик Н. И. Жинкина, также занимался разработкой методики построения денотатных графов. По мнению Новикова, денотатная структура или, как он еще ее называет, «внутренняя форма» текста является доминирующей. Она представляет собой некий фундамент, на котором строится текст. Благодаря такой структуре, отдельные слова, предложения, отрезки текста собираются в единое целое [Новиков, 1983]. Кроме того, как отмечает Н. А. Герте, именно

внутренняя форма – это то, что понимается реципиентом при восприятии [Герте, 2016: 43]. Сегодня многим известно выражение Н. И. Жинкина о том, что понимать надо не речь, а действительность [Жинкин, 1982: 92].

Денотатный граф, является результатом денотативного анализа конкретного текста или некоей предметной области. Его относят к сетевым моделям, идея построения которых заключается в том, что любые знания можно представить в виде совокупности объектов (понятий) и связей (отношений) между ними). Среди таких моделей выделяют семантические сети. Они представляют собой множество вершин, каждая из которых соответствует определенному факту, понятию, явлению или процессу; эти вершины связывают дуги, отражающие отношения между вершинами [Головчинер, 2011: 16]. Семантические сети считаются исторически первым классом моделей представления знаний. При построении таких сетей структура знаний предметной области формализуется в виде ориентированного графа с размеченными вершинами и дугами, упомянутыми выше [13].

Принцип построения графа заключается в выделении ключевого слова или словосочетания. Чтобы построить граф, сначала в верхнем овале записывается основная тема, в нижних прямоугольниках находятся глаголы, раскрывающие содержание основного понятия, далее следуют конкретизированные понятия для каждого глагола (см. рис. 4). Важно правильно выбирать глаголы, выражающие отношения между денотатами. Кроме того, что немаловажно, все слова, так называемые «веточки» должны соотноситься с главной темой, т.е. с ключевым словом, чтобы избежать каких-либо несоответствий, противоречий [26].

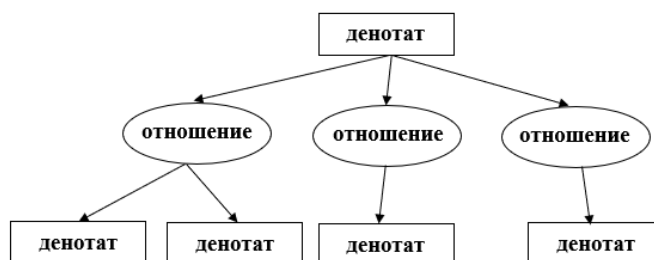
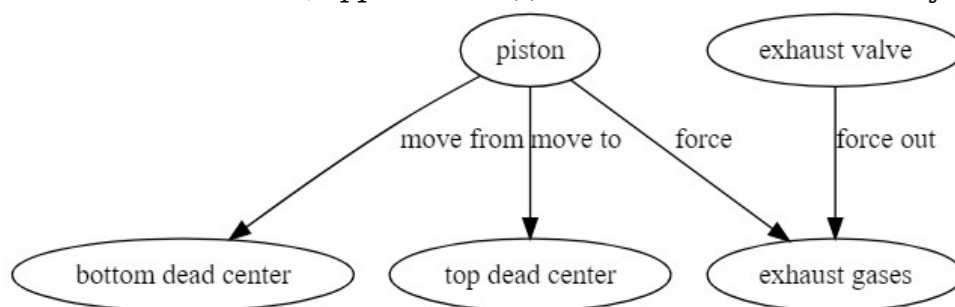


Рис. 4. Схема построения денотатного графа

Преимуществом денотатных графов можно назвать то, что благодаря выделению основных, ключевых понятий в тексте, мы избавляемся от информации, которая не имеет особого значения при понимании того или иного явления. Это можно назвать неким преобразованием текста, вследствие которого мы получаем четкое представление о явлении, описанном в тексте.

Сопоставительный анализ методов представления знаний в формате «фрейм» и «граф»

Ранее в работе были описаны два способа представления знаний: фрейм и граф. Говоря о фрейме, необходимо отметить то, что этот способ позволяет представить какую-то стереотипную ситуацию и отразить всевозможные моменты, которые могут появиться по ходу развития данной ситуации. Например, если мы рассматриваем двигатель внутреннего сгорания, мы всегда понимаем, что это подразумевает и поршень, и клапан, и впуск, и выпуск, и т.д., как уже было показано на рисунках 2 и 3. Тем не менее, фрейм не дает нам возможности увидеть



полную картину ситуации со всеми связями и

Рис. 5. Англоязычный денотатный граф. Четвертый такт работы ДВС: выпуск

отношениями между понятиями, представленными в нем. И именно наличие отношений являются преимуществом графов над фреймами. Благодаря использованию глаголов, раскрывающих содержание основной темы и отражающих отношения между последующими понятиями, можно получить более четкое представление предметной области. Так, например, изображая предметную область «работа ДВС», мы будем рассматривать не отдельные понятия, а их взаимодействие друг с другом (см. рис. 5).

Тем не менее, конечно, и фреймы имеют свои плюсы. Они, в свою очередь, позволяют систематизировать терминологию какой-либо области, что тоже немаловажно при представлении знаний. Также построение, например, двуязычных фреймов облегчает поиск соответствий при переводе текстов определенной тематики.

Так или иначе, рассмотрев ранее фреймовый подход и графовый метод и сравнив построенные модели, можно сделать вывод, что оба способа могут быть использованы при представлении предметных областей. Однако выбор того или иного способа должен осуществляться в зависимости от поставленной цели.

В данной работе для представления предметной области «работа ДВС» был выбран денотатный граф, поскольку нашей основной задачей является представление знаний в интеллектуальной системе, и нам важно не просто отразить набор ключевых понятий, относящихся к выбранной предметной области, а продемонстрировать отношения и связи между ними.

На основе выбранного метода представления знаний проанализируем предметную область и проблемы ее представления в интеллектуальной системе.

Андроидный робот как интеллектуальная система

Андроидный робот (андроид) представляет собой робота-гуманоида или синтетический организм, предназначенный для того, чтобы выглядеть и действовать как человек [29].

Существует множество мнений по поводу появления андроидов и их создателей. Согласно одному из мнений, первый андроид был создан средневековым немецким философом и ученым, Альбертом Кельнским. Однако популяризацию самого термина приписывают французскому писателю Филиппу Огюсту Матиасу Вилье де Лиль-Адаму. Именно термин «андроид» он использовал в своем романе «Ева будущего» (1949), для описания человекоподобного робота. Этот робот разговаривал с помощью фонографа, выдавая различные классические цитаты.

В настоящее время человечество сильно продвинулось в области развития компьютерных технологий. Создано множество машин,

способных решать задачи, неподвластные человеческому интеллекту: строить дома, перемещать нас не только из одной точки города в другую, но и в разные точки земного шара.

Тем не менее перед учеными на протяжении многих лет стоит задача научить компьютер думать, мыслить, как человек. Возможно ли это? В науке и технике существует такое направление, как искусственный интеллект (ИИ), в рамках которого создаются аппаратные средства для решения интеллектуальных задач. Например, анализ ситуации и принятие решения, понимание и синтез речи, анализ визуальной речи и т.д., то есть такие задачи, в которых преобладает логическая, так называемая смысловая, обработка информации. Таким образом ученые пытаются смоделировать человеческий разум для решения сложных задач [22]. Для этого робота необходимо обеспечить необходимой информацией об окружающем нас мире, а именно о различных сущностях и об отношениях между ними, чтобы в дальнейшем он смог оперировать полученными знаниями, как человек. Всю информацию делят на фрагменты, которые в ИИ, как правило, называют предметными областями.

Во второй половине XX века стали заниматься разработкой интеллектуальных систем. Одним из главных направлений данной отрасли стало именно представление знаний, а точнее предметных областей. Понятие «предметная область» и проблема ее формализации будут рассмотрены в следующем параграфе.

Предметная область. Проблема ее формализованного представления

Согласно С. И. Макаренко любая предметная область характеризуется набором понятий и связей между ними, законами, связывающими между собой объекты данной предметной области, процессами, событиями. Знания о той или иной предметной области можно классифицировать на процедурные знания и декларативные. Процедурные знания описывают последовательности действий, которые могут использоваться при решении задач. К таким знаниям относят программы для ЭВМ, словесные записи алгоритмов, инструкции по

сборке каких-либо изделий и т.д. Декларативными считаются все знания, не являющиеся процедурными. К ним, например, можно отнести статьи в толковых словарях и энциклопедиях, формулировки законов в физике, химии и др. науках и т. п. [Макаренко, 2009]. Иначе говоря, к процедурным знаниям мы можем задать вопрос «Как сделать?», а к декларативным «Что это?», «Почему это?» и т. д.

Языки представления знаний можно разделить на типы по формальным моделям представления знаний, которые лежат в их основе:

- логическая;
- сетевая;
- фреймовая;
- продукционная [Макаренко, 2009: 60].

Ранее нами уже были описаны фреймовый подход и сетевой способ представление предметной области. К остальным моделям в этой работе мы обращаться не будем.

Предметную область обычно рассматривают как реальный мир, который должен быть отражен в информационной системе [31]. Толковый онлайн-словарь предлагает следующие определения предметной области:

- множество всех предметов, свойства которых и отношения между которыми рассматриваются в научной теории;
- в логике — подразумеваемая область возможных значений предметных переменных логического языка;
- часть реального мира, рассматриваемая в пределах данного контекста. Под контекстом здесь может пониматься, например, область исследования или область, которая является объектом некоторой деятельности [33].

Иначе говоря, предметную область можно рассматривать как совокупность понятий и отношений между ними, которые представляют ту или иную исследуемую область.

Сегодня одной из наиболее значимых проблем является проблема представления предметных областей. И, конечно, важно понимать, зачем нужно их представление. Рассматривая предметную область как часть действительного мира, которая бесконечна и содержит как значимые, так и несущественные данные, мы осознаем, что при исследовании

необходимо разграничивать эту информацию [9]. Кроме того, чтобы формализовать знания, представленные в разных источниках, должны создаваться модели предметных областей. Формализовать их можно различными способами, например, посредством текстового описания или специализированной графической нотации, а именно моделирования. Именно с помощью моделей предметной области можно описать процессы, происходящие в ней, и изучить другую информацию исследуемой области [9]. Однако, описывая какую-либо предметную область, нужно быть внимательным, во-первых, потому что важно выделять только значимую информацию, а во-вторых, впоследствии правильно передавать все связи (отношения) и свойства объектов (понятий), относящихся к этой области.

Как уже было упомянуто, для данной работы была выбрана предметная область «работа ДВС». Она, как и любая другая область знаний, характеризуется набором понятий, в данном случае, терминов. Проблема построения денотатных графов данной предметной области и их дальнейшее представление в интеллектуальной системе заключалась в том, чтобы правильно выделить ключевые понятия и обозначить подходящими глаголами связи и отношения между ними.

Методика введения денотатных графов в базу знаний интеллектуальных систем

Как ранее было упомянуто, для представления предметной области «работа ДВС» был выбран метод «денотатный граф», подробно рассмотренный в первой главе. Для построения графа были использованы тексты по соответствующей тематике как на русском, так и на английском языках, поскольку нашей задачей является формирование именно двуязычной базы знаний в интеллектуальной системе. В соответствии с выбранной предметной областью «работа ДВС», можно предположить, что такая система будет уместна в работе, работающем в автосервисе или автосалоне, или это может быть автоматизированная система, встроенная в автомобиль. В нашей работе интеллектуальной системой выступает система диагностики в автомобиле. Нам кажется, разработка подобной системы может значительно облегчить

эксплуатацию автомобиля и помочь неопытному водителю сориентироваться при появлении каких-либо неполадок или неисправностей в автомобиле.

Известно, что в современных автомобилях уже существуют системы, обеспечивающие пользователей необходимой информацией о текущем состоянии автомобиля не только посредством текстового сообщения на мониторах или мигающих датчиках приборной панели, но и посредством голосового сопровождения. Однако сейчас все системы, имеющиеся в автомобилях, модернизируются, и специалисты соответствующей области работают над системой, способной взаимодействовать с пользователем, а не работать автономно. В Центре робототехники ПНИПУ работают над тем, чтоб наладить диалог между машиной (роботом) и человеком и обеспечить так называемое взаимопонимание между ними.

Итак, процесс построения графов можно разделить на следующие этапы:

1. Изучение русскоязычных текстов;
2. Выделение ключевых понятий;
3. Определение связей между ними;
4. Построение денотатных графов на русском языке;
5. Изучение англоязычных текстов;
6. Подбор английской лексики, соответствующей понятиям, представленным в графах на русском языке;
7. Построение денотатных графов на английском языке.

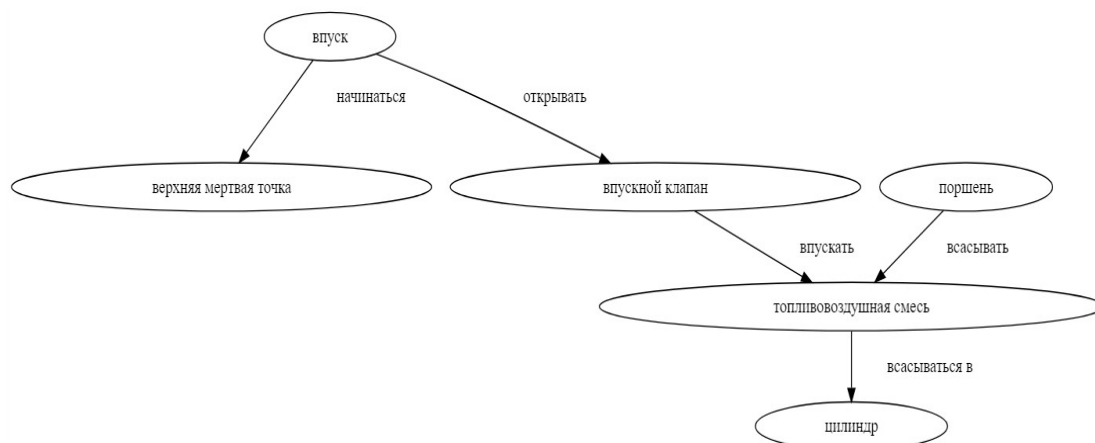


Рис. 6. Русскоязычный граф. Работа ДВС: впуск

Построение графов представляет собой достаточно сложную и трудоемкую задачу. Как правило, одну предметную область представляют одним графом. Мы попытались представить работу ДВС сначала одним графом, а затем решили разделить граф на четыре отдельных графа в соответствии с четырьмя тактами работы ДВС для более удобного восприятия. Для этого мы использовали онлайн-программу для построения графов „Graphviz Online”. Пример построенных графов представлен на рис. 6. Другие построенные графы и код для введения в интеллектуальную систему представлены в приложении.

Моделирование диалога человек-робот на основе денотатного представления предметной области

Ранее нами был рассмотрен андроидный робот как интеллектуальная система. Там также упоминалось о таком направлении науки, как искусственный интеллект, главная задача которого – сделать возможным общение, взаимодействие человека и компьютера (робота) на естественном языке (ЕЯ), то есть языке, который используется для общения людей. Сегодня уже существуют системы поддержки ЕЯ и речевого общения, например, известный с 2017 голосовой помощник «Алиса», созданный компанией «Яндекс», имитирующий человеческий диалог. Система работает по принципу вопрос-ответ, способна распознавать как устную, так и письменную речь и давать ответы, произнося их вслух или выводя результаты запроса на экран. Другая не менее известная вопросно-ответная система „Siri”, работающая как облачный персональный помощник, принадлежит компании „Apple”. Данное приложение также поддерживает обработку естественной речи, отвечает на вопросы и дает рекомендации в зависимости от индивидуальных запросов пользователя. Однако такие системы неспособны вести полноценный разговор, так как системы наподобие «Алисы» и „Siri” не умеют мыслить, обдумывать ответы, как человек. Такие системы ограничены специальным набором действий, которые определяют выбор ответа на запрос пользователя.

Выше мы уже упоминали о том, что в Центре робототехники ПНИПУ работают над интеллектуальной системой, благодаря которой машина (робот) будет способна обдумывать свои ответы и имитировать настоящее живое общение с человеком. Для этого ранее мы представили граф, описывающий выбранную нами предметную область «работа ДВС». Теперь мы хотели бы попытаться смоделировать диалог «человек-робот» в рамках работы системы диагностики в автомобиле. Используемая нами система также является голосовой, способна воспринимать два языка: русский и английский. Идея системы заключается в том, что не только пользователь сможет спросить у системы что-то, но и сама система сможет оповестить о чем-то пользователя, задать вопрос или «поддержать диалог» на соответствующую тему. Для этого мы составили несколько вопросов, ответы на которые система сможет дать, оперируя информацией, представленной на графе.

Итак, в соответствии с работой ДВС, пользователь может предположить, что существуют какие-то неполадки в работе двигателя. Представим следующие ситуации, где П – пользователь, СД – система диагностики (автомобиля):

<p>1. П: «Есть ли проблема с системой зажигания?»</p> <p>СД: «Да, неисправна свеча третьего цилиндра».</p> <p>П: «Что делать?»</p> <p>СД: «Обратитесь в автосервис. Ближайший автосервис находится Пусть займет 20 минут».</p>	<p>- Do you have any problems with the ignition system?</p> <p>-Yes, the spark plug of the third cylinder is defective.</p> <p>- What should I do?</p> <p>- Contact the service station. The nearest is It takes 20 minutes to get there.</p>
<p>2. П: «Почему горит сигнальная лампа?»</p> <p>СД: «В автомобиле повышенное количество вредных веществ».</p> <p>П: «Что делать?»</p> <p>СД: «Срочно проверьте автомобиль на станции»</p>	<p>-Why does the warning lamp light up?</p> <p>- Emissions are deteriorating.</p> <p>- What should I do?</p> <p>- Contact service center as soon as possible.</p>

техобслуживания.	
П: «Почему сигнальная лампа мигает?»	- Why does the warning lamp flash?
СД: «Двигатель работает неисправно».	- This indicates that there is excessive misfiring in the engine.
П: «Что делать?»	- What should I do?
СД: «Снизьте скорость и немедленно проверьте систему».	- Reduce the vehicle speed and have the system checked immediately.

В связи с тем, что наша предметная область ограничена работой ДВС, можно рассмотреть варианты ответов системы на один и тот же вопрос пользователя: «Есть ли неполадки в работе двигателя?». Варианты ответов системы диагностики могут быть следующие:

СД: Недостаточно топлива в камере сгорания.	- Quantity of fuel-air mixture in the combustion chamber is not enough.
СД: Поршень изношен. Давление в цилиндре низкое.	- The piston is worn. Cylinder pressure is low.
СД: Впускной клапан прогорел. Давление в цилиндре низкое.	- Intake valve is burnt. Cylinder pressure is low.

Возможна ситуация, когда система сама начнет диалог с пользователем, при этом, например, ответом пользователя будет какое-то действие в отношении автомобиля:

1. СД: «Ожидается значительное понижение температуры воздуха. Не забудьте включить систему автозапуска».	- Temperature is going to go down. Please, activate the remote starter.
--	---

Проанализировав вышеприведенные примеры диалогов, возникает вопрос: «Как система генерирует ответы?» В системе уже есть введенный денотатный граф, представляющий предметную область «работа ДВС», с определенным набором данных. Чтобы ответить на вопрос пользователя, система должна из всех составляющих слов вопроса удалить все лишние слова, оставляя только те, которые необходимы для формулирования ответа. Например, в первом диалоге вопрос был следующий: 1. П: «Есть ли проблема с системой зажигания?». Слова: есть, ли, проблема, с, - не играют для системы роли, так как определяющей для ответа является

«система зажигания». Далее система по графу ищет систему зажигания и определяет, работает ли она исправно или есть какие-то неполадки. Рассмотрим другой пример с вопросом «Есть ли неполадки в работе двигателя?». В данном вопросе система выделит словосочетание «работа двигателя», и далее так же перемещаясь по графу выявит проблемы в работе ДВС и даст пользователю ответ. Таким образом, денотатное представление способствует более быстрому получению информации о работе автомобиля.

Исследование методики построения денотатных графов и их введение в интеллектуальную систему с дальнейшим моделированием диалога «человека-робот» позволило сделать следующие **выводы**:

1. Для построения графов было необходимо отобрать русско- и англоязычные тексты по соответствующей тематике; выделить ключевые понятия на обоих языках; построить графы на русском и английском языках. Для построения графов была использована онлайн-программа „Graphviz Online”.

2. Интеллектуальной системой была выбрана система диагностики, встроенная в автомобиль, которая сможет облегчить эксплуатацию автомобиля не только профессиональным, но и начинающим пользователям автомобилей.

3. На основе денотатного представления предметной области «работа ДВС» был также смоделирован диалог в системе «человек-робот», в нашем случае, диалог между пользователем автомобиля и системой диагностики. Диалог показал, как интеллектуальная система может считывать информацию с графа, отвечая на вопросы пользователя.

Заключение

Данная работа была посвящена изучению способов представления предметной области в интеллектуальных системах. Особое внимание было уделено сетевой модели представления знаний, а именно денотатному графу.

Ключевыми теоретическими понятиями, на которые мы опирались в нашем исследовании, были понятия, термин и терминология, интеллектуальные системы, предметная область и денотатный граф. Кроме того, для сравнения было также изучено понятие фрейма как еще одного способа представления знаний. Изучив понятия фрейм и денотатный граф, были выявлены особенности их построения и их преимущества и недостатки при описании той или иной предметной области. Кроме того, было обнаружено, что фреймы лучше подходят для систематизации и представления терминологии какой-либо области, тогда как денотатные графы, являясь результатами денотативного анализа, более четко способны описать предметную область и связи (отношения) между понятиями данной области. Как уже было сказано, еще одно понятие, которое изучалось в настоящей работе, это предметная область. При изучении этого понятия, были рассмотрены способы ее описания и проблемы ее формализации.

Целью работы было построение денотатных графов, описывающих предметную область «работа ДВС» и их введение в интеллектуальную систему. Для реализации данной цели были найдены тексты по тематике, заявленной в работе, и выделены ключевые понятия, необходимые для построения графов. Как результат, нами было построено два графа: на русском и английском языках соответственно, которые представляли работу ДВС. Еще одна цель работы заключалась в том, чтобы смоделировать диалог в системе «человек-робот». Для этого были подобраны вопросы по выбранной нами тематике и спрогнозированы возможные ответы.

Согласно выполненной работе, можно отметить, что, во-первых, чтобы представить любую предметную область в интеллектуальной системе необходимо изучить большое количество текстов по соответствующей тематике и провести их денотативный анализ, выделяя

основные понятия и определяя связи между ними, поскольку от того, насколько правильно была представлена предметная область на графе, зависит то, как интеллектуальная система будет вести себя при поиске необходимой информации о введенной в нее предметной области. Моделирование диалога «человек-робот», в свою очередь, показал, как по графу система может управлять информацией о предметной области и корректно отвечать на заданные пользователем вопросы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисова, М. К. Терминология и терминосистема: аспекты корреляции [Электронный ресурс]. – URL: http://pglu.ru/upload/iblock/d0d/ch_05_sim_1_sektsii_11_14-m.k.-borisova-28.pdf (дата обращения 11.03.2020).

2. Васильева, Е. А. К вопросу о предметной ситуации в переводе. Подходы к описанию предметной ситуации [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/k-voprosu-o-predmetnoy-situatsii-v-perevode-podhody-k-opisaniyu-predmetnoy-situatsii> (дата обращения 11.03.2020)

3. Волосухина, Н. В. К вопросу о трактовке понятий «концепт» и «фрейм» в современной лингвистике [Электронный ресурс]. – URL: http://pglu.ru/upload/iblock/362/uch_2010_iii_00007.pdf (дата обращения 11.03.2020).

4. Герте, Н. А. Денотативная модель реферативного специализированного перевода. дис. ...канд. филол. наук: 10.02.19 / Герте Наталия Александровна. – Пермь, 2016. – С. 42-57.

5. Голованова, Е. И. Введение в когнитивное терминоведение. Учебное пособие [Электронный ресурс]. – URL: http://modernlib.ru/books/e_i_golovanova/vvedenie_v_kognitivnoe_terminovedenie_uchebnoe_posobie/read (дата обращения 11.03.2020).

6. Головчинер, М. Н. Введение в системы знаний. Курс лекций. Томск: 2011 [Электронный ресурс]. – URL: <http://tic.tsu.ru/old/news/files/Системы%20знаний.pdf> (дата обращения 11.03.2020)

7. Гофман, И. Анализ фреймов [Электронный ресурс]. – URL: <http://christosocio.info/content/view/116/> (дата обращения 11.03.2020).
8. Гринев-Гриневиц, С. В. Терминоведение. М: Академия, 2008. – 302 с.
9. Долгов, Ю. Предметная область исследования [Электронный ресурс]. – URL: <http://fb.ru/article/43856/predmetnaya-oblast-issledovaniya> (дата обращения 11.03.2020)
10. Жинкин, Н.И. Сенсорная абстракция // Проблемы общей, возрастной и педагогической психологии, – М., 1978. – С.51./ Н. И. Жинкин. Речь как проводник информации.– М.: Наука, 1982. – С.92.
11. Карпов, В.Э. Фреймы [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rema44.ru/resurs/study/ai/present/L05-02-frame.pdf> (дата обращения 11.03.2020).
12. Кубрякова, Е. С. Начальные этапы становления когнитивизма: лингвистика – психология – когнитивная наука // Вопросы языкознания. 1994. № 4. – С. 34-47.
13. Лапина, А. В. Интеллектуальные информационные системы. Учебное пособие. – 204 с. [Электронный ресурс]. – URL: http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/228/u_course.pdf (дата обращения 11.03.2020)
14. Лейчик, В. М. Терминоведение: предмет, методы, структура. М:Либроком, 2006, – 256 с.
15. Лотте, Д.С. Основы построения научно-технической терминологии: Вопросы теории и методики. М.: Изд-во АН СССР,1961. – 157 с.
16. Макаренко, С. И. Интеллектуальные информационные системы. Ставрополь: СФ МГГУ им. М. А. Шолохова, 2009. – 206 с.
17. Маслова, В. А. Когнитивная лингвистика: Учебное пособие / В. А. Маслова. – Мн.: ТетраСистемс, 2004. – 256 с. // Введение в когнитивную лингвистику [Электронный ресурс]. – URL: http://thelib.ru/books/valentina_avraamovna_maslova/vvedenie_v_kognitivnuyu_lingvistiku-read.html (дата обращения 11.03.2020).
18. Минский М. Фреймы для представления знаний// Электронная библиотека e-libra.ru [Электронный ресурс]. – URL:

<http://e-libra.ru/read/331636-frejmi-dlya-predstavleniya-znaniy.html> (дата обращения 11.03.2020).

19. Нелюбин Л. Л. Толковый переводоведческий словарь/Л.Л. Нелюбин. — 3-е изд., перераб. М.: Флинта: Наука, 2003.- 320 с.

20. Новиков, А. И. Семантика текста и ее формализация. М.:Наука, 1983. - 216с.

21. Реформатский, А. А. Термин как член лексической системы языка // Проблемы структурной лингвистики. М., 1968. - С.103-125

22. Рыбина, Г. В. Основы построения интеллектуальных систем. М.: Финансы и статистика, 2010. - 432 с.

23. Рябова, Е.А. Теоретические аспекты изучения терминов [Электронный ресурс]. - URL: <http://vestnik-mgou.ru/Articles/Doc/1131> (дата обращения 11.03.2020).

24. Скребцова, Т. Г. Когнитивная лингвистика: Курс лекций. - СПб. Филологический факультет СПбГУ, 2011. - 256 с.

25. Хайруллин, В.И. Перевод и фреймы. М.: Либроком, 2010. - 144 с.

26. Цылова, Е.Г., Экгауз, Е. Я., Парамонов, Д.Н. Кластеры и денотатные графы. [Электронный ресурс]. - URL: http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/26655/1/notv_2013_196.pdf (дата обращения 11.03.2020)

27. Minsky. A Framework for Representing Knowledge [Электронный ресурс]. - URL: <http://web.media.mit.edu/~minsky/papers/Frames/frames.html> (дата обращения 11.03.2020)

28. Constructional vs. Denotational Conception of Aboutness. [Электронный ресурс]. - URL: https://www.phil.muni.cz/~raclavsky/texty/constructional_aboutness.pdf (дата обращения 11.03.2020)

29. Википедия. Андроид. [Электронный ресурс]. - URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Андроид> (дата обращения 11.03.2020)

30. Википедия. Терминология. [Электронный ресурс]. - URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Терминология> (дата обращения 11.03.2020)

31. Лекция № 7. Представление данных и знаний о предметной области [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.stgau.ru/company/personal/user/7635/files/lib/ИНСТИТУТ>

%20%20ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО%20ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
%20ОБРАЗОВАНИЯ/Теория%20информационных%20процессов%20и
%20систем%20(230400.62)/Фондовые%20лекции/Лекция%20№7.pdf (дата
обращения 11.03.2020)

32. Российский гуманитарный энциклопедический словарь
[Электронный ресурс]. - URL:
http://humanities_dictionary.academic.ru/5792/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B8%D0%BD (дата обращения 11.03.2020).

33. Онлайн-словарь Академик [Электронный ресурс]. - URL:
<https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1327828> (дата обращения 11.03.2020)

34. Программа для построения графов [Электронный ресурс]. - URL:
<http://dreampuf.github.io/GraphvizOnline/> (дата обращения 11.03.2020)

35. Принцип работы двигателя внутреннего сгорания
[Электронный ресурс]. - URL: <http://autoustroistvo.ru/dvigatel-dvs/rabota-dvigatelya-vnutrennego-sgoraniya-takti-dvigatelya/> (дата обращения 11.03.2020)

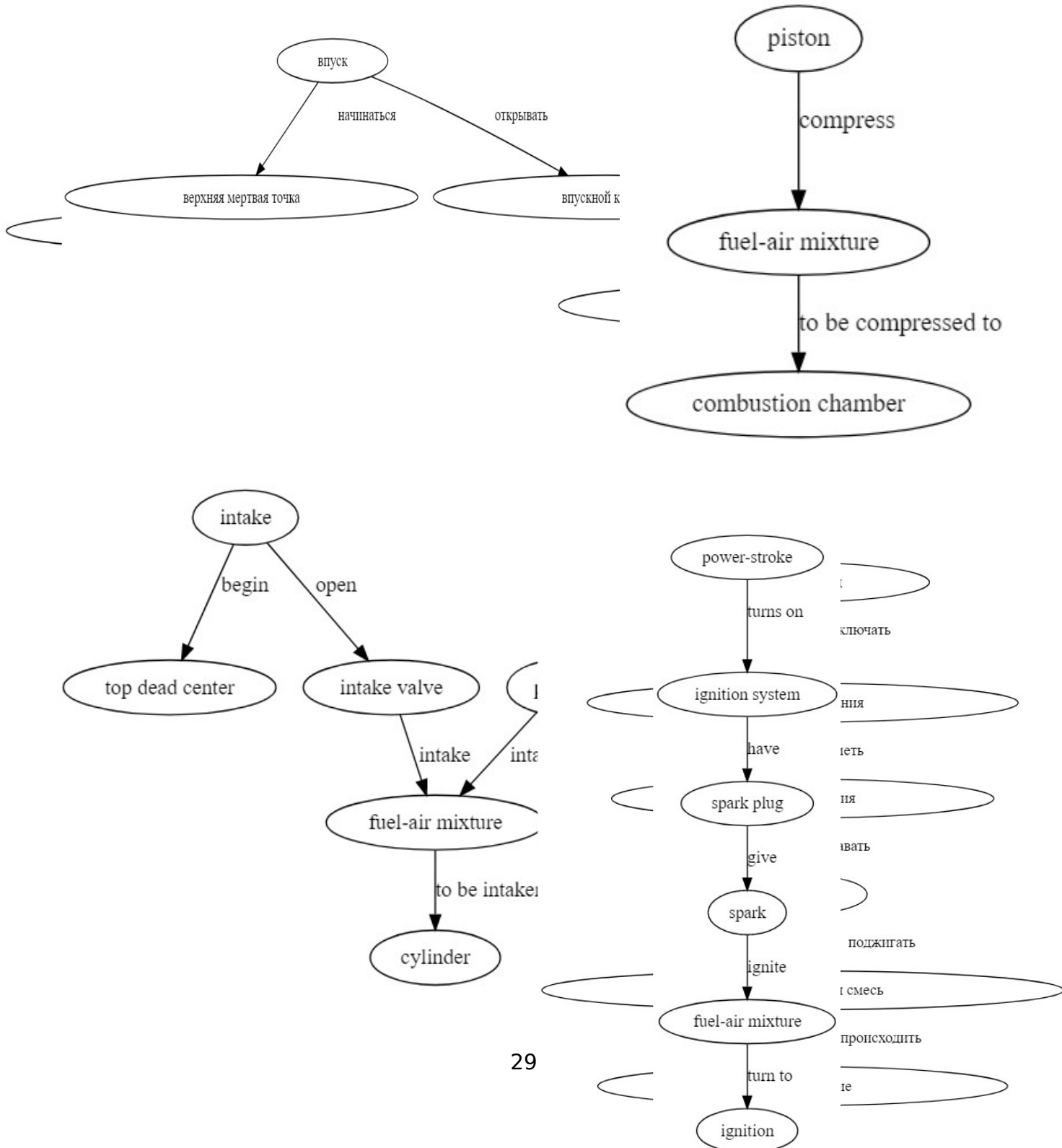
36. ДВС - что это такое? [Электронный ресурс]. - URL: <http://fb.ru/article/224283/dvs---chto-eto-takoe-dvigatel-vnutrennego-sgoraniya-harakteristiki-shema> (дата обращения 11.03.2020)

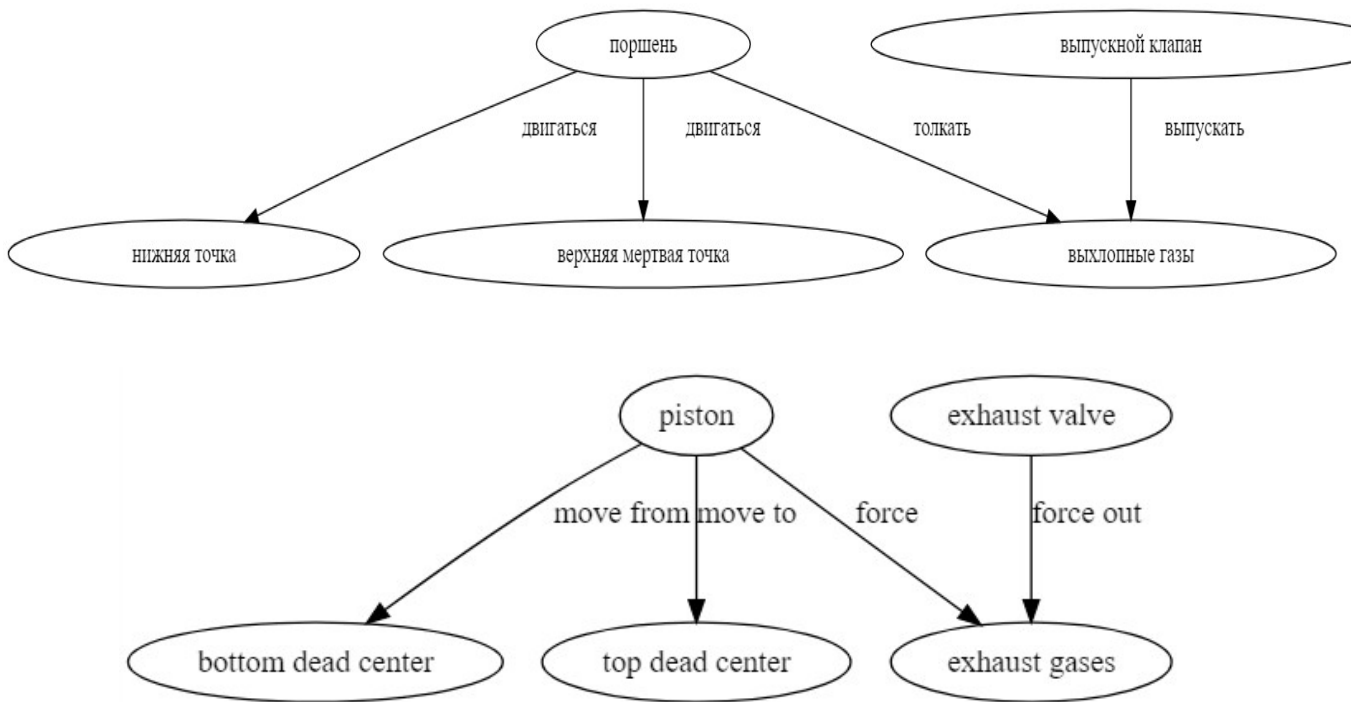
37. Internal Combustion Engine Basics [Электронный ресурс]. -
URL: <https://www.energy.gov/eere/energybasics/articles/internal-combustion-engine-basics> (дата обращения 11.03.2020)

38. Car engines [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.rapid-racer.com/car-engines.php> (дата обращения 11.03.2020)

ПРИЛОЖЕНИЕ

Денотатные графы для представления предметной области «работа ДВС» на русском и английском языках. Каждый граф поделен на 4 графа в соответствии с четырьмя тактами работы ДВС для более удобного представления.





Коды на русском и английском языках для введения денотатного графа в интеллектуальную систему:

"впуск" -> "верхняя мертвая точка" [label = "начинаться"] "впуск" -> "впускной клапан" [label = "открывать"] "впускной клапан" -> "топливовоздушная смесь" [label = "впускать"] "поршень" -> "топливовоздушная смесь" [label = "всасывать"] "топливовоздушная смесь" -> "цилиндр" [label = "всасываться в"]	"intake" -> "top dead center" [label = "begin"] "intake" -> "intake valve" [label = "open"] "intake valve" -> "fuel-air mixture" [label = "intake"] "piston" -> "fuel-air mixture" [label = "intake"] "fuel-air mixture" -> "cylinder" [label = "to be intaken in"] "piston" -> "fuel-air mixture" [label = "compress"]
---	--

<p>"поршень" -></p> <p>"топливовоздушная смесь" [label = "сжимать"]</p> <p> "топливовоздушная смесь" -></p> <p>"камера сгорания" [label = "сжиматься до"]</p> <p> "рабочий ход" -> "система зажигания" [label = "включать"]</p> <p> "система зажигания" -> "свеча зажигания" [label = "иметь"]</p> <p> "свеча зажигания" -> "искра" [label = "давать"]</p> <p> "искра" -> "топливовоздушная смесь" [label = "поджигать"]</p> <p> "топливовоздушная смесь" -> "воспламенение" [label = "происходить"]</p> <p> "поршень" -> "нижняя точка" [label = "двигаться"]</p> <p> "поршень" -> "верхняя мертвая точка" [label = "двигаться"]</p> <p> "поршень" -> "выхлопные газы" [label = "толкать"]</p> <p> "выпускной клапан" -> "выхлопные газы" [label = "выпускать"]</p>	<p>"fuel-air mixture" -></p> <p>"combustion chamber " [label = "to be compressed to"]</p> <p> "power-stroke" -> "ignition system " [label = "turns on"]</p> <p> "ignition system " -> "spark plug " [label = "have"]</p> <p> "spark plug " -> "spark" [label = "give"]</p> <p> "spark" -> " fuel-air mixture " [label = "ignite"]</p> <p> " fuel-air mixture " -> "ignition" [label = "turn to"]</p> <p> "piston" -> "bottom dead center" [label = "move from"]</p> <p> "piston" -> "top dead center" [label = "move to"]</p> <p> "piston" -> "exhaust gases" [label = "force"]</p> <p> "exhaust valve" -> "exhaust gases" [label = "force out"]</p>
---	---