

УДК 004.934.1'1

ПРОБЛЕМА ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Фёдоров Е.Е.

Донецкий государственный институт искусственного интеллекта,
КАФЕДРА СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И МОДЕЛИРОВАНИЯ
ул.АРТЕМА,118-в, Донецк, Украина, 340048
E-MAIL: FEE@IAI.DONETSK.UA

Abstract. For mining a natural language interface of the automatic control system (ACS) in the article the methodology of creation semiology-algebraic (SEMAL) of model of a technical language is offered, on which one the interplay between the person and ACS implements. Within the framework of this methodology the assay techniques and synthesis of the forms of words is set up.

ВВЕДЕНИЕ

Постановка проблемы. Современные тенденции, отраженные в методологии создания естественно-языковых (ЕЯ) интерфейсов, в мировой практике имеют два четко выраженных направления: первое - универсальное, второе - специализированное. Первое направление нашло своё отображение в концепции создания ЭВМ 5-го поколения, реализация которых осуществляется в Японии с 1978 года, а в Англии - с 1980. Второе направление используется при создании субъектно- и объектно-ориентированных систем с четко очерченными границами предметной области.

В данной работе за основу взято второе направление. Предметной областью является производственная сфера. В соответствии с ней выбран профессиональный язык человека, управляющего технологией, который позволяет описать структуру и особенности функционирования предприятия (объекта управления).

Структура предприятия содержит технологические агрегаты, предметы труда, продукцию (промежуточную и готовую). В технологических агрегатах производятся технологические операции над предметами труда и продукцией. Для технологических агрегатов задаются режимы работы. Производство заданного вида продукции определяется технологическими картами, которые содержат в себе задания на все уровни управления предприятием.

Анализ исследований. Традиционно для управления предприятием создавались автоматизированные системы управления (АСУ), связанные с ЭВМ. Эти системы основываются на математических моделях технологических процессов [1], [2], [3].

Анализ последних достижений и публикаций, посвященных этой проблеме, позволяет сделать вывод, что эти модели не используют в качестве источника информации о структуре и особенностях функционирования объекта управления чувственное восприятие и экспертные оценки технологического процесса человеком, которые описываются посредством технического языка и отражают общие закономерности

протекания процесса, как для конкретного агрегата и конкретных условий, так и для множества агрегатов данного типа.

Нерешенным является вопрос, связанный с созданием модели технического языка, на котором осуществляется взаимодействие между человеком и АСУ.

Постановка задачи. *Целью настоящей работы является создание методологии моделирования, которая заключается в трансляции структуры и особенностей функционирования объекта управления, полученных на основе чувственного восприятия и экспертных оценок технологического процесса человеком, в процессно-ориентированную семиотико-алгебраическую (СЕМАЛ) модель.*

Решение задачи. Чувственное восприятие объекта управления отображается в семиотические структуры (слова или формы слов, части предложений и предложения), которые описывают производство заданного типа продукции, и задействованные в этом процессе технологические агрегаты, предметы труда, продукцию, допустимые технологические операции и режимы работы агрегатов. В свою очередь семиотические структуры транслируются в алгебраические (вектора и матрицы).

Для создания СЕМАЛ-модели разрабатываются следующие методики:

- анализа форм слов;
- синтеза форм слов;
- анализа частей предложений;
- анализа предложений;
- синтеза предложений.

Формы слов описывают имена и признаки производственных объектов и действий над ними, части предложений - объекты и действия, предложения - состояние объектов и связанные с этим состоянием производственные команды.

В данной статье излагаются методики анализа и синтеза форм слов, для которых разрабатываются следующие правила:

- формализации и численного исследования элементов анализа и синтеза форм слов (частей речи, наборов морфологических признаков, слов, основ слов, словоизменяемых аффиксов, форм слов);
- закрепления взаимосвязей между элементами анализа и синтеза форм слов;
- анализа форм слов;
- синтеза форм слов.

1. ПРАВИЛА ФОРМАЛИЗАЦИИ И ЧИСЛЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЧАСТЕЙ РЕЧИ

Формы слов языка, описывающие объекты производственной системы и действия над ними, характеризуются определенными частями речи.

Множество частей речи формально определено в виде (1)

$$\mathbf{H} = \{H_j\}, \quad j \in \overline{1, \eta(\mathbf{H})}, \quad (1)$$

где j - номер части речи.

Каждой части речи H_j ставится в соответствие ранг $r(H_j)$.

Множество частей речи упорядочивается и преобразуется к вектору (2)

$$\mathbf{H} = (H_1, \dots, H_j, \dots, H_M), \quad r(H_{j-1}) \prec r(H_j) \prec r(H_{j+1}), \quad (2)$$

Аналогично множество рангов частей речи преобразуется к вектору (3)

$$\mu(\mathbf{H}) = (r(H_1), \dots, r(H_j), \dots, r(H_M)), r(H_{j-1}) \prec r(H_j) \prec r(H_{j+1}). \quad (3)$$

2. ПРАВИЛА ФОРМАЛИЗАЦИИ И ЧИСЛЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НАБОРОВ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ

Формы слов языка, описывающие объекты производственной системы и действия над ними, характеризуются определенными наборами морфологических признаков (например, род, число и др.).

Множество наборов морфологических признаков, соответствующих конкретной форме слова, формально определено в виде (4)

$$\overline{\mathbf{Z1}} = \bigcup_j \overline{Z1_j}, \quad \overline{Z1_j} = (z_{j1}, \dots, z_{jt}, \dots, z_{jM}), \quad j \in \overline{1, \eta(\overline{\mathbf{Z1}})}, \quad (4)$$

где j - номер вектора $\overline{Z1_j}$, t - номер значения морфологического признака z_{jt} в векторе $\overline{Z1_j}$, $\eta(\overline{\mathbf{Z1}})$ - количество векторов.

Каждому значению морфологического признака z_{jt} ставится в соответствие ранг $r(z_{jt})$.

Каждому набору символьных значений морфологических признаков $\overline{Z1_j}$, используя ранги $r(z_{jt})$, ставится в соответствие информационная мера $M(\overline{Z1_j})$.

Множество наборов символьных значений морфологических признаков упорядочивается и преобразуется к вектору (5)

$$\overline{\mathbf{Z1}} = (\overline{Z1'_1} \dots, \overline{Z1'_j} \dots, \overline{Z1'_M}), M(\overline{Z1'_{j-1}}) \prec M(\overline{Z1'_j}) \prec M(\overline{Z1'_{j+1}}). \quad (5)$$

Вектору (5) соответствует вектор (6), содержащий информационные меры

$$M(\overline{\mathbf{Z1}}) = (M(\overline{Z1'_1}), \dots, M(\overline{Z1'_j}), \dots, M(\overline{Z1'_M})), M(\overline{Z1'_{j-1}}) \prec M(\overline{Z1'_j}) \prec M(\overline{Z1'_{j+1}}). \quad (6)$$

3. ПРАВИЛА ФОРМАЛИЗАЦИИ И ЧИСЛЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОВ

Слова языка, как и их формы, используются для описания объектов производственной системы и действий над ними.

Множество слов в буквенном представлении формально определено в виде (7)

$$\bar{C}^1 = \bigcup_r \bar{C}_r^1, \quad \bar{C}_r^1 = (c_{r1}^1, \dots, c_{rt}^1, \dots, c_{rN}^1), \quad r \in \overline{1, \eta(\bar{C}^1)}, \quad (7)$$

где r - номер слова \bar{C}_r^1 , t - номер буквы c_{rt}^1 в слове \bar{C}_r^1 , $\eta(\bar{C}^1)$ - количество слов.

Аналогично множество слов в фонемном представлении формально определено в виде (8)

$$\bar{C}^2 = \bigcup_r \bar{C}_r^2, \quad \bar{C}_r^2 = (c_{r1}^2, \dots, c_{rt}^2, \dots, c_{rN}^2), \quad r \in \overline{1, \eta(\bar{C}^2)}, \quad (8)$$

где r - номер слова \bar{C}_r^2 , t - номер фонемы c_{rt}^2 в слове \bar{C}_r^2 .

Каждой букве c_{rt}^1 ставится в соответствие ранг $r(c_{rt}^1)$, а каждой фонеме c_{rt}^2 - ранг $r(c_{rt}^2)$.

Каждому слову \bar{C}_r^1 , используя ранги $r(c_{rt}^1)$, ставится в соответствие информационная мера $M(\bar{C}_r^1)$, а слову \bar{C}_r^2 , используя ранги $r(c_{rt}^2)$, - информационная мера $M(\bar{C}_r^2)$.

Множество слов в буквенном представлении упорядочивается и преобразуется к вектору (9)

$$\bar{C}^1 = (\bar{C}_1^1, \dots, \bar{C}_r^1, \dots, \bar{C}_M^1), \quad M(\bar{C}_{r-1}^1) \prec M(\bar{C}_r^1) \prec M(\bar{C}_{r+1}^1). \quad (9)$$

Аналогично множество слов в фонемном представлении преобразуется к вектору (10)

$$\bar{C}^2 = (\bar{C}_1^2, \dots, \bar{C}_r^2, \dots, \bar{C}_M^2), \quad M(\bar{C}_{r-1}^2) \prec M(\bar{C}_r^2) \prec M(\bar{C}_{r+1}^2). \quad (10)$$

Вектору (9) соответствует вектор (11), содержащий информационные меры

$$M(\bar{C}^1) = (M(\bar{C}_1^1), \dots, M(\bar{C}_r^1), \dots, M(\bar{C}_M^1)), \quad M(\bar{C}_{r-1}^1) \prec M(\bar{C}_r^1) \prec M(\bar{C}_{r+1}^1). \quad (11)$$

Аналогично вектору (10) соответствует вектор (12), содержащий информационные меры

$$M(\bar{C}^2) = (M(\bar{C}_1^2), \dots, M(\bar{C}_r^2), \dots, M(\bar{C}_M^2)), \quad M(\bar{C}_{r-1}^2) \prec M(\bar{C}_r^2) \prec M(\bar{C}_{r+1}^2). \quad (12)$$

4. ПРАВИЛА ФОРМАЛИЗАЦИИ И ЧИСЛЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ОСНОВ СЛОВ

Основа является главной частью слов и их форм, используемых при описании объектов производственной системы и действий над ними. Основы выделяются из форм или участвуют в их синтезе в соответствии с частями речи и наборами признаков.

Множество основ в буквенном представлении формально определено в виде (13)

$$\bar{\Lambda}^1 = \bigcup_q \bar{\Lambda}_q^1, \quad \bar{\Lambda}_q^1 = (\lambda_{q1}^1, \dots, \lambda_{qt}^1, \dots, \lambda_{qM}^1), \quad q \in \overline{1, \eta(\bar{\Lambda}^1)}, \quad (13)$$

где q - номер основы $\bar{\Lambda}_q^1$, t - номер буквы λ_{qt}^1 в основе $\bar{\Lambda}_q^1$, $\eta(\bar{\Lambda}^1)$ - количество основ.

Аналогично множество основ в фонемном представлении формально определено в виде (14)

$$\bar{\Lambda}^2 = \bigcup_q \bar{\Lambda}_q^2, \quad \bar{\Lambda}_q^2 = (\lambda_{q1}^2, \dots, \lambda_{qt}^2, \dots, \lambda_{qM}^2), q \in \overline{1, \eta(\bar{\Lambda}^1)}, \quad (14)$$

где q - номер основы $\bar{\Lambda}_q^2$, t - номер фонемы λ_{qt}^2 в основе $\bar{\Lambda}_q^2$, $\eta(\bar{\Lambda}^1)$ - количество основ.

Каждой букве λ_{qt}^1 ставится в соответствие ранг $r(\lambda_{qt}^1)$, а каждой фонеме λ_{qt}^2 - ранг $r(\lambda_{qt}^2)$.

Каждой основе Λ_q^1 , используя ранги $r(\lambda_{qt}^1)$, ставится в соответствие информационная мера $M(\Lambda_q^1)$, а слову Λ_q^2 , используя ранги $r(\lambda_{qt}^2)$, - информационная мера $M(\bar{\Lambda}_q^2)$.

Множество основ в буквенном представлении упорядочивается и преобразуется к вектору (15)

$$\bar{\Lambda}^1 = (\bar{\Lambda}_1^1, \dots, \bar{\Lambda}_q^1, \dots, \bar{\Lambda}_M^1), \quad M(\bar{\Lambda}_{q-1}^1) \prec M(\bar{\Lambda}_q^1) \prec M(\bar{\Lambda}_{q+1}^1). \quad (15)$$

Аналогично множество слов в фонемном представлении преобразуется к вектору (16)

$$\bar{\Lambda}^2 = (\bar{\Lambda}_1^2, \dots, \bar{\Lambda}_q^2, \dots, \bar{\Lambda}_M^2), \quad M(\bar{\Lambda}_{q-1}^2) \prec M(\bar{\Lambda}_q^2) \prec M(\bar{\Lambda}_{q+1}^2). \quad (16)$$

Вектору (15) соответствует вектор (17), содержащий информационные меры

$$M(\bar{\Lambda}^1) = (M(\bar{\Lambda}_1^1), \dots, M(\bar{\Lambda}_q^1), \dots, M(\bar{\Lambda}_M^1)), \quad M(\bar{\Lambda}_{q-1}^1) \prec M(\bar{\Lambda}_q^1) \prec M(\bar{\Lambda}_{q+1}^1). \quad (17)$$

Аналогично вектору (16) соответствует вектор (18), содержащий информационные меры

$$M(\bar{\Lambda}^2) = (M(\bar{\Lambda}_1^2), \dots, M(\bar{\Lambda}_q^2), \dots, M(\bar{\Lambda}_M^2)), \quad M(\bar{\Lambda}_{q-1}^2) \prec M(\bar{\Lambda}_q^2) \prec M(\bar{\Lambda}_{q+1}^2). \quad (18)$$

5. ПРАВИЛА ФОРМАЛИЗАЦИИ И ЧИСЛЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОВОИЗМЕНТЕЛЬНЫХ АФФИКСОВ

Переход между словом и его формой, используемой при описании объектов производственной системы и действий над ними, осуществляется посредством частей слов, которые не входят в основу (словоизменительные аффиксы). Словоизменительные аффиксы выделяются из форм слов или участвуют в их синтезе в соответствии с частями речи и наборами морфологических признаков.

Множества словоизменительных аффиксов в буквенном представлении - суффиксы, флексии и постфиксы формально определены как $\bar{B}^{13}, \bar{B}^{14}, \bar{B}^{15}$ в виде (19)

$$\bar{B}^{1k} = \bigcup_m \bar{B}_m^{1k}, \quad \bar{B}_m^{1k} = (b_{m1}^{1k}, \dots, b_{mt}^{1k}, \dots, b_{mM}^{1k}), m \in \overline{1, \eta(\bar{B}^{1k})}, \quad (19)$$

где k - номер типа аффикса \bar{B}_m^{1k} , m - номер аффикса \bar{B}_m^{1k} , t - номер буквы B_{mt}^{1k} в аффиксе \bar{B}_m^{1k} , $\eta(\bar{B}^{1k})$ - количество аффиксов \bar{B}_m^{1k} .

Аналогично множество словоизменяемых аффиксов в фонемном представлении - суффиксы \overline{B}^{23} , флексии \overline{B}^{124} , постфиксы \overline{B}^{25} формально определены в виде (20)

$$\overline{B}^{2k} = \bigcup_m \overline{B}_m^{2k}, \quad \overline{B}_m^{2k} = (B_{m1}^{2k}, \dots, B_{mt}^{2k}, \dots, B_{mM}^{2k}), m \in \overline{1, \eta(\overline{B}^{1k})}, \quad (20)$$

где k - номер типа аффикса \overline{B}_m^{2k} , m - номер аффикса \overline{B}_m^{2k} , t - номер фонемы B_{mt}^{2k} в аффиксе \overline{B}_m^{2k} , $\eta(\overline{B}^{1k})$ - количество аффиксов B_m^{2k} .

Каждой букве b_{mt}^1 ставится в соответствие ранг $r(b_{mt}^1)$, а каждой фонеме b_{mt}^2 - ранг $r(b_{mt}^2)$.

Каждому аффиксу B_m^{1k} , используя ранги $r(b_{mt}^1)$, ставится в соответствие информационная мера $M(B_m^{1k})$, а аффиксу B_m^{2k} , используя ранги $r(b_{mt}^2)$, - информационная мера $M(B_m^{2k})$.

Множество аффиксов в буквенном представлении упорядочивается и преобразуется к вектору (21)

$$\overline{B}^{1k} = (\overline{B}_1^{1k}, \dots, \overline{B}_m^{1k}, \dots, \overline{B}_M^{1k}), \quad M(\overline{B}_{m-1}^{1k}) < M(\overline{B}_m^{1k}) < M(\overline{B}_{m+1}^{1k}). \quad (21)$$

Аналогично множество аффиксов в фонемном представлении преобразуется к вектору (22)

$$\overline{B}^{2k} = (\overline{B}_1^{2k}, \dots, \overline{B}_m^{2k}, \dots, \overline{B}_M^{2k}), \quad M(\overline{B}_{m-1}^{2k}) < M(\overline{B}_m^{2k}) < M(\overline{B}_{m+1}^{2k}). \quad (22)$$

Вектору (21) соответствует вектор (23), содержащий информационные меры

$$M(\overline{B}^{1k}) = (M(\overline{B}_1^{1k}), \dots, M(\overline{B}_m^{1k}), \dots, M(\overline{B}_M^{1k})), \quad M(\overline{B}_{m-1}^{1k}) < M(\overline{B}_m^{1k}) < M(\overline{B}_{m+1}^{1k}). \quad (23)$$

Аналогично вектору (22) соответствует вектор (24), содержащий информационные меры

$$M(\overline{B}^{2k}) = (M(\overline{B}_1^{2k}), \dots, M(\overline{B}_m^{2k}), \dots, M(\overline{B}_M^{2k})), \quad M(\overline{B}_{m-1}^{2k}) < M(\overline{B}_m^{2k}) < M(\overline{B}_{m+1}^{2k}). \quad (24)$$

6. ПРАВИЛА ФОРМАЛИЗАЦИИ И ЧИСЛЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ФОРМ СЛОВ

Формы слов используются при описании объектов производственной системы и действий над ними. Они синтезируются из основ слов и словоизменяемых аффиксов в соответствии с частями речи и наборами морфологических признаков.

Множество форм слов в буквенном представлении формально определено в виде (25)

$$\overline{\Omega}^1 = \bigcup_l \overline{\Omega}_l^1, \quad \overline{\Omega}_l^1 = (\omega_{l1}^1, \dots, \omega_{lt}^1, \dots, \omega_{lM}^1), l \in \overline{1, \eta(\overline{\Omega}^1)}, \quad (25)$$

где l - номер формы слова $\overline{\Omega}_l^1$, t - номер буквы ω_{lt}^1 в форме слова $\overline{\Omega}_l^1$, $\eta(\overline{\Omega}^1)$ - количество форм слова.

Аналогично множество форм слов в фонемном представлении формально определено в виде (26)

$$\bar{\Omega}^2 = \bigcup_l \bar{\Omega}_l^2, \quad \bar{\Omega}_l^2 = (\omega_{l1}^2, \dots, \omega_{lt}^2, \dots, \omega_{lM}^2), l \in \overline{1, \eta(\bar{\Omega}^1)}, \quad (26)$$

где l - номер формы слова $\bar{\Omega}_l^2$, t - номер буквы ω_{lt}^2 в форме слова $\bar{\Omega}_l^2$, $\eta(\bar{\Omega}^1)$ - количество форм слова.

Каждой букве ω_{lt}^1 ставится в соответствие ранг $r(\omega_{lt}^1)$, а каждой фонеме ω_{lt}^2 - ранг $r(\omega_{lt}^2)$.

Каждому аффиксу Ω_l^1 , используя ранги $r(\omega_{lt}^1)$, ставится в соответствие информационная мера $M(\Omega_l^1)$, а аффиксу Ω_l^2 , используя ранги $r(\omega_{lt}^2)$, - информационная мера $M(\bar{\Omega}_l^2)$.

Множество форм слова в буквенном представлении упорядочивается и преобразуется к вектору (27)

$$\bar{\Omega}^1 = (\bar{\Omega}_1^1, \dots, \bar{\Omega}_l^1, \dots, \bar{\Omega}_M^1), \quad M(\bar{\Omega}_{l-1}^1) \prec M(\bar{\Omega}_l^1) \prec M(\bar{\Omega}_{l+1}^1). \quad (27)$$

Аналогично множество форм слов в фонемном представлении преобразуется к вектору (28)

$$\bar{\Omega}^2 = (\bar{\Omega}_1^2, \dots, \bar{\Omega}_l^2, \dots, \bar{\Omega}_M^2), \quad M(\bar{\Omega}_{l-1}^2) \prec M(\bar{\Omega}_l^2) \prec M(\bar{\Omega}_{l+1}^2). \quad (28)$$

Вектору (27) соответствует вектор (29), содержащий информационные меры

$$M(\bar{\Omega}^1) = (M(\bar{\Omega}_1^1), \dots, M(\bar{\Omega}_l^1), \dots, M(\bar{\Omega}_M^1)), \quad M(\bar{\Omega}_{l-1}^1) \prec M(\bar{\Omega}_l^1) \prec M(\bar{\Omega}_{l+1}^1). \quad (29)$$

Аналогично вектору (28) соответствует вектор (30), содержащий информационные меры

$$M(\bar{\Omega}^2) = (M(\bar{\Omega}_1^2), \dots, M(\bar{\Omega}_l^2), \dots, M(\bar{\Omega}_M^2)), \quad M(\bar{\Omega}_{l-1}^2) \prec M(\bar{\Omega}_l^2) \prec M(\bar{\Omega}_{l+1}^2). \quad (30)$$

7. ПРАВИЛА ЗАКРЕПЛЕНИЯ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ ЭЛЕМЕНТАМИ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА ФОРМ СЛОВ

В пунктах 1)-6), согласно разработанным правилам, были формализованы, ранжированы и упорядочены элементы анализа и синтеза форм слов, которые используются при описании объектов производственной системы и действий над ними. Для проведения анализа и синтеза форм слов разрабатываются правила, устанавливающие логические взаимосвязи между этими элементами.

Введем следующие матрицы бинарных отношений между элементами анализа и синтеза форм слов $\Gamma(H_i, \bar{Z}_j^s), \Gamma(H_i, \bar{C}_r^s), \Gamma(H_i, \bar{B}_m^{sk}), \Gamma(H_i, \bar{\Omega}_l^s), \Gamma(\bar{C}_r^s, \bar{Z}_j^s), \Gamma(\bar{C}_r^s, \bar{\Lambda}_q^s), \Gamma(\bar{C}_r^s, \bar{B}_m^{sk}),$

$\Gamma(\overline{C}_r^s, \overline{\Omega}_l^s), \Gamma(\overline{Z1}_j, \overline{\Lambda}_q^s), \Gamma(\overline{Z1}_j, \overline{B}_m^{sk}), \Gamma(\overline{Z1}_j, \overline{\Omega}_l^s)$, устанавливающие взаимосвязь между словом \overline{C}_r^s , частью речи H_i , вектором значений морфологических признаков $\overline{Z1}_j$, основой слова $\overline{\Lambda}_q^s$, словозменительным аффиксом \overline{B}_m^{sk} , формой слова $\overline{\Omega}_l^s$, $s \in \overline{1, 2}, k \in \overline{3, 5}$.

8. ПРАВИЛА АНАЛИЗА ФОРМ СЛОВ

В пунктах 1)-6), согласно разработанным правилам, были формализованы, ранжированы и упорядочены элементы анализа форм слов, которые используются при описании объектов производственной системы и действий над ними. В пункте 7) были разработаны правила, устанавливающие взаимосвязи между этими элементами. На основании результатов пунктов 1)-7) производится анализ форм слов.

Правила анализа форм слов разработаны в соответствии с морфологическими правилами русского языка [4], [5], [?] и предусматривают выделение из форм

слов основы и набора словоизменительных аффиксов. Выделение основы и набора словоизменительных аффиксов в соответствии с частью речи и морфологическими признаками анализируемой формы слова, при этом формы слов, основы и аффиксы на письме представляются последовательностью букв или фонем.

С алгебраической точки зрения анализ форм слов производится следующим образом.

Введем матрицы информационных мер:

$$\begin{aligned} & \text{- форм слов } M(\overline{\Omega 2}^s) \\ & M(\overline{\Omega 2}^s) = \|M(\overline{\Omega 2}_{rj}^s)\|, M(\overline{C}_{r-1}^s) \prec M(\overline{C}_r^s) \prec M(\overline{C}_{r+1}^s), M(\overline{Z1}_{j-1}) \\ & \prec M(\overline{Z1}_j) \prec M(\overline{Z1}_{j+1}), \end{aligned} \quad (31)$$

$$\begin{aligned} & \forall \overline{C}_r^s \wedge \overline{Z1}_j \wedge \Omega_i^s \exists M(\overline{\Omega 2}_{rj}^s) = \\ & = \begin{cases} M(\Omega_i^s), & \Gamma(H_i, \overline{Z1}_j) = 1 \wedge \Gamma(H_i, \overline{C}_r^s) = 1 \wedge \Gamma(H_i, \overline{\Omega}_l^s) = 1 \wedge \\ & \Gamma(\overline{C}_r^s), \overline{Z1}_j = 1 \wedge \Gamma(\overline{C}_r^s, \overline{\Omega}_l^s) = 1 \wedge \Gamma(\overline{Z1}_j, \overline{\Omega}_l^s) = 1 \\ 0, \end{cases} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{- основ слов } M(\overline{\Lambda 2}^s) \\ & M(\overline{\Lambda 2}^s) = \|M(\overline{\Lambda 2}_{rj}^s)\|, M(\overline{C}_{r-1}^s) \prec M(\overline{C}_r^s) \prec M(\overline{C}_{r+1}^s), M(\overline{Z1}_{j-1}) \\ & \prec M(\overline{Z1}_j) \prec M(\overline{Z1}_{j+1}), \end{aligned} \quad (32)$$

$$\forall \overline{C}_r^s \wedge \overline{Z1}_j \wedge \Lambda_q^s \exists M(\overline{\Lambda 2}_{rj}^s) =$$

$$= \begin{cases} M(\Lambda_q^s), & \Gamma(H_i, \overline{Z1}_j) = 1 \wedge \Gamma(H_i, \overline{C}_r^s) = 1 \wedge \Gamma(H_i, \overline{\Lambda}_l^s) = 1 \wedge \\ & \Gamma(\overline{C}_r^s), \overline{Z1}_j = 1 \wedge \Gamma(\overline{C}_r^s, \overline{\Lambda}_l^s) = 1 \wedge \Gamma(\overline{Z1}_j, \overline{\Lambda}_l^s) = 1 \\ 0, \end{cases}$$

- словоизменяемых аффиксов $M(\overline{B2}^{sk})$

$$M(\overline{B2}^{sk}) = \|M(\overline{B2}_{rj}^{sk})\|, M(\overline{C}_{r-1}^s) \prec M(\overline{C}_r^s) \prec M(\overline{C}_{r+1}^s), M(\overline{Z1}_{j-1}) \prec M(\overline{Z1}_j) \prec M(\overline{Z1}_{j+1}), \tag{33}$$

$$\forall \overline{C}_r^s \wedge \overline{Z1}_j \wedge B_m^{sk} \exists M(\overline{B2}_{rj}^{sk}) =$$

$$= \begin{cases} M(B_m^{sk}), & \Gamma(H_i, \overline{Z1}_j) = 1 \wedge \Gamma(H_i, \overline{C}_r^s) = 1 \wedge \Gamma(H_i, \overline{B}_m^{sk}) = 1 \wedge \\ & \Gamma(\overline{C}_r^s), \overline{Z1}_j = 1 \wedge \Gamma(\overline{C}_r^s, \overline{B}_m^{sk}) = 1 \wedge \Gamma(\overline{Z1}_j, \overline{B}_m^{sk}) = 1 \\ 0, \end{cases}$$

Матрица $M(\overline{\Lambda 2}^s)$, используя матрицы $M(\overline{\Omega 2}^s)$, $M(\overline{B2}^{s3})$, $M(\overline{B2}^{s4})$ и $M(\overline{B2}^{s5})$, представлена в виде

$$M(\overline{\Lambda 2}^s) = M(\overline{\Omega 2}^s) \circ (M(\overline{B2}^{s3}) \diamond M(\overline{B2}^{s4}) \diamond M(\overline{B2}^{s5})) \tag{34}$$

$\|M(\overline{\Lambda 2}^s)\| = \|M(\overline{\Omega 2}^s) \circ (M(\overline{B2}^{s3}) \diamond M(\overline{B2}^{s4}) \diamond M(\overline{B2}^{s5}))\|$, где \diamond - операция конкатенации, \circ - операция усечения справа.

Матрица $M(\overline{B2}^{s3})$, используя матрицы $M(\overline{\Omega 2}^s)$, $M(\overline{\Lambda 2}^s)$, $M(\overline{B2}^{s4})$ и $M(\overline{B2}^{s5})$, представлена в виде

$$M(\overline{B2}^{s3}) = (M(\overline{\Omega 2}^s) \bullet (M(\overline{\Lambda 2}^s) \circ (M(\overline{B2}^{s4}) \diamond M(\overline{B2}^{s5})))) \tag{35}$$

$$\|M(\overline{B2}^{s3})\| = \|(M(\overline{\Omega 2}^s) \bullet (M(\overline{\Lambda 2}^s) \circ (M(\overline{B2}^{s4}) \diamond M(\overline{B2}^{s5}))))\|,$$

где \bullet - операция усечения слева.

Матрица $M(\overline{B2}^{s4})$, используя матрицы $M(\overline{\Omega 2}^s)$, $M(\overline{\Lambda 2}^s)$, $M(\overline{B2}^{s3})$ и $M(\overline{B2}^{s5})$, представлена в виде

$$M(\overline{B2}^{s4}) = (M(\overline{\Omega 2}^s) \bullet (M(\overline{\Lambda 2}^s) \diamond M(\overline{B2}^{s3}))) \circ M(\overline{B2}^{s5}) \tag{36}$$

$$\|M(\overline{B2}^{s4})\| = \|(M(\overline{\Omega 2}^s) \bullet (M(\overline{\Lambda 2}^s) \diamond M(\overline{B2}^{s3}))) \circ M(\overline{B2}^{s5})\|$$

Матрица $M(\overline{B2}^{s5})$, используя матрицы $M(\overline{\Omega 2}^s)$, $M(\overline{\Lambda 2}^s)$, $M(\overline{B2}^{s3})$ и $M(\overline{B2}^{s4})$, представлена в виде

$$M(\overline{B2}^{s5}) = M(\overline{\Omega 2}^s) \bullet (M(\overline{\Lambda 2}^s) \diamond M(\overline{B2}^{s3}) \diamond M(\overline{B2}^{s4})) \tag{37}$$

$$\|M(\overline{B2}^{s5})\| = \|M(\overline{\Omega 2}^s) \bullet (M(\overline{\Lambda 2}^s) \diamond M(\overline{B2}^{s3}) \diamond M(\overline{B2}^{s4}))\|$$

9. ПРАВИЛА СИНТЕЗА ФОРМ СЛОВ

В пунктах 1)-6), согласно разработанным правилам, были формализованы, ранжированы и упорядочены элементы синтеза форм слов, которые используются при описании объектов производственной системы и действий над ними.

В пункте 7) были разработаны правила, устанавливающие взаимосвязи между этими элементами. На основании результатов пунктов 1)-7) производится синтез форм слов.

Правила синтеза форм слов разработаны в соответствии с морфологическими правилами русского языка [4], [5], [?] и предусматривают конструирование формы слова и набора словоизменяемых аффиксов. Синтез формы слова происходит в соответствии с частью речи и морфологическими признаками анализируемого слова, при этом формы слов, основы и аффиксы на письме представляются последовательностью букв или фонем.

С алгебраической точки зрения синтез форм слов производится следующим образом.

Матрица $M(\overline{\Omega 2^s})$, используя матрицы $M(\overline{\Lambda 2^s})$, $M(\overline{B 2^{s3}})$, $M(\overline{B 2^{s4}})$ и $M(\overline{B 2^{s5}})$, представлена в виде

$$M(\overline{\Omega 2^s}) = M(\overline{\Lambda 2^s}) \diamond M(\overline{B 2^{s3}}) \diamond M(\overline{B 2^{s4}}) \diamond M(\overline{B 2^{s5}}) \quad (38)$$

$$\|M(\overline{\Omega 2^s})\| = \|M(\overline{\Lambda 2^s}) \diamond M(\overline{B 2^{s3}}) \diamond M(\overline{B 2^{s4}}) \diamond M(\overline{B 2^{s5}})\|$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новизна. Основным результатом данной статьи является методика анализа и синтеза форм слов, входящих в описание объектов и действий команд производственной системы. Эта методика опирается на разработанные автором правила формализации и численного исследования частей речи, наборов морфологических признаков, букв и фонем, слов, основ слов, словоизменяемых аффиксов, форм слов, закрепления взаимосвязей между элементами анализа и синтеза форм слов, анализа форм слов, форм слов.

Практическое значение. Представляется перспективным дальнейшее изучение и разработка правил анализа и синтеза языковых структур. Основные положения работы могут быть реализованы в интеллектуальной системе в виде алгоритмов, обеспечивающих общение с пользователем на естественном языке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев В.Н., В.Б. Колмановский, В.Р. Носов. Математическая теория конструирования систем управления. - М.: Высшая школа, 2003. - 615с.
2. Интеллектуальное управление динамическими системами. Васильев С.Н., Жерлов А.К., Федосов Е.А., Федунцов Б.Е. - М.: Физико-математическая литература, 2000. - 352с.

3. Finite element modelling of the effect of non-metallic inclusions in metal forming processes. Riedel Ulrich T., Bleck Wolfgang, Morgan John E. Comput. Mater.Sci. -1999. - № 16 - pp.32 - 38.
4. Криводубский О.А., Федоров Е.Е. Формальное представление русского языка и речи. Искусственный интеллект. - 2003. - № 4. - С. 402-410.
5. Современный русский язык. В.А. Белошапкова, Е.А. Брызгунова, Е.А. Земская и др.; Под ред.В.А. Белошапковой. - М.: Азбуковник, 1997. - 928с.
6. Русская грамматика: В 2 т.-М.:Наука,1980. - т.1:Фонетика.Словообразование.Морфология. - 784с.