

Рис. 2. Различные варианты правила вывода нетерминала (действия) «Шапка документа»

множества квантов  $a=\{\delta\}$ ; прецедент составляют действия  $d=\{a_k\}$  [12].

Пример правила вывода для действия «Шапка документа» показан на рис. 2.

В эксперименте программа, реализующая детерминированный автомат распознавания команд, квантов и действий, установлена вместе с сервером БД на одном компьютере. Однако ее архитектура позволяет устанавливать БД и интерпретатор на различных компьютерах в сети.

#### План эксперимента и методика оценки результатов

Было создано 34 задания-прецедента (деятельности), подобных приведенному на рис. 1. Из них 24 – для электронной таблицы Calc и 10 – для текстового процессора Writer. Компьютер в процессе исполнения каждого задания выделял «команды», «кванты», «действия» и на их основе формировал модели «прецедентов».

Рассмотрим процесс выполнения задания № 17 «Составление бланка накладной». В процессе выполнения этого задания пользователь составляет бланк накладной в электронной таблице Calc. На рис. 3 представлен требуемый бланк.

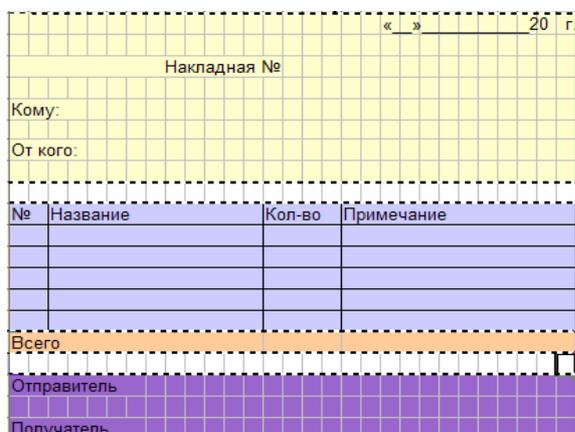


Рис. 3. Четыре типичных действия, выполняемых при составлении бланка накладной

Этот прецедент можно условно разделить на 4 действия: составление «шапки» документа, составление таблицы, подведение итогов и составление подвала документа (на рис. 3 они выделены тонированием). На рис. 5 представлена графическая модель этого прецедента, созданная компьютером. Каждое из действий является набором «квантов» (деятельности). Например, действие «составление шапки документа» состоит из квантов: «ввод: накладная», «форматирование: по центру», «форматирование: объединение ячеек», «ввод: от кого», «ввод: кому». В языках «квантов» и «команд» соответственно: кванты – терминалы, действия – нетерминалы, в первом языке; команды – терминалы, кванты – нетерминалы, во втором. Будем помещать терминальные символы в угловые скобки  $\langle \rangle$ , а нетерминальные – в фигурные  $\{ \}$ . Таким образом, прецедент «составление бланка накладной» можно представить в виде одного из следующих правил вывода, формируемых разумными сочетаниями действий:

{составление бланка накладной}  $\rightarrow$   $\langle$ Описание шапки документа $\rangle\langle$ Описание шапки таблицы $\rangle\langle$ Поведение итогов $\rangle\langle$ Составление подвала документа $\rangle$  (1);

{составление бланка накладной}  $\rightarrow$   $\langle$ Описание шапки документа $\rangle\langle$ Описание шапки таблицы $\rangle\langle$ Составление подвала документа $\rangle$  (2);

{составление бланка накладной}  $\rightarrow$   $\langle$ Описание шапки документа $\rangle\langle$ Описание шапки таблицы $\rangle\langle$ Составление подвала документа $\rangle\langle$ Поведение итогов $\rangle$  (3)

и т. д.

**Действие** «составление шапки документа» описывается последовательностью квантов: ввод текста «накладная №»; ввод текста «кому»; ввод текста «от кого». Соответствующие правила могут иметь формы:

{составление шапки документа}  $\rightarrow$   $\langle$ шаблон даты $\rangle\langle$ накладная $\rangle\langle$ кому $\rangle\langle$ от кого $\rangle$ ;

{составление шапки документа}  $\rightarrow$   $\langle$ шаблон даты $\rangle\langle$ накладная № $\rangle\langle$ от кого $\rangle\langle$ кому $\rangle$  и т. д.

Рассмотрим **квант** «накладная №», состоящий из 2-х команд: терминала «№» и из нетерминала «накладная»:

```
{Накладная №} → {ввод Накладная}<№>;
{Накладная №} → {ввод Накладная};
{Накладная} → <Накладная>;
{Накладная} → <Накладд><BackSpace><ная>;
{Накладная} → <Нвкладная><Edit><a> и т. д.
```

Перед началом эксперимента составлены алфавиты «команд», «квантов», «действий» и «прецедентов». Для этого предварительно были выполнены все 34 задания. В БД заносились полученные команды и их вариации. Например, командами можно считать: ввод слова «накладная», нажатие клавиши Backspace, а ввод слова «накладная» с ошибками (и исправление этих ошибок) – будут вариациями команды. Далее определялось, какие кванты могут быть составлены из этих последовательностей команд (см. выше квант {Накладная}). Последовательности квантов собирались в действия, а последовательности действий – в прецедент. На рис. 4 представлен пример «Формирование прецедента «составление шапки документа», состоящего из действий: «ввод: Наименование», «форматирование: объединение ячеек», «форматирование: по центру», «ввод: Кому», «ввод: От кого». Заметим, что каждые квант, действие, прецедент могут быть описаны различными последовательностями (рис. 2).

Для фиксации команд в БД априорно указываются параметры, которые однозначно ее идентифицируют. Это: имя команды, параметр или значение параметра макрокоманды языка VBA. Например, квант «подсчет суммы» может состоять из одной «команды», которая на языке VBA описан так:

```
dim args37(0) as new com.sun.star.beans.PropertyValue
args37(0).Name = «StringName»
args37(0).Value = «=Sum(A5:A18)»
dispatcher.executeDispatch(document, «.uno:EnterString», «», 0, args37())
```

Ключевые слова здесь: EnterString – название VBA команды, Value=`=Sum(A5:A18)` – последовательность символов, введенная пользователем. Для поиска в файле и идентификации описанных (известных системе) команд используются регулярные выражения [1, 13]. Команда «расчет суммы» описана так: Name=`»EnterString» Value=»^=Sum(\S+\d+\.\S+\d+\)`.

Во время выполнения тестового задания запрещалось пользоваться буфером обмена, так как поиск информации, копируемой в буфер и вставляемой из него, требует другого подхода к записи и анализу макрокоманд. Это выходит за рамки данного эксперимента.

Замечено: чем ниже уровень языка, т. е. чем ближе он к макрокомандам, тем больше терминалов и правил вывода требуется для априорного описания атрибутов формализации.

#### Результаты эксперимента

Целями эксперимента являются: а) получить оценку вероятности правильной идентификации прецедентов деятельности, б) обнаружить зависимость ее от личности работающего на компьютере.

Для этого к эксперименту было привлечено 10 человек. При этом в БД помещено описание 1008 различных команд, квантов, действий и прецеден-

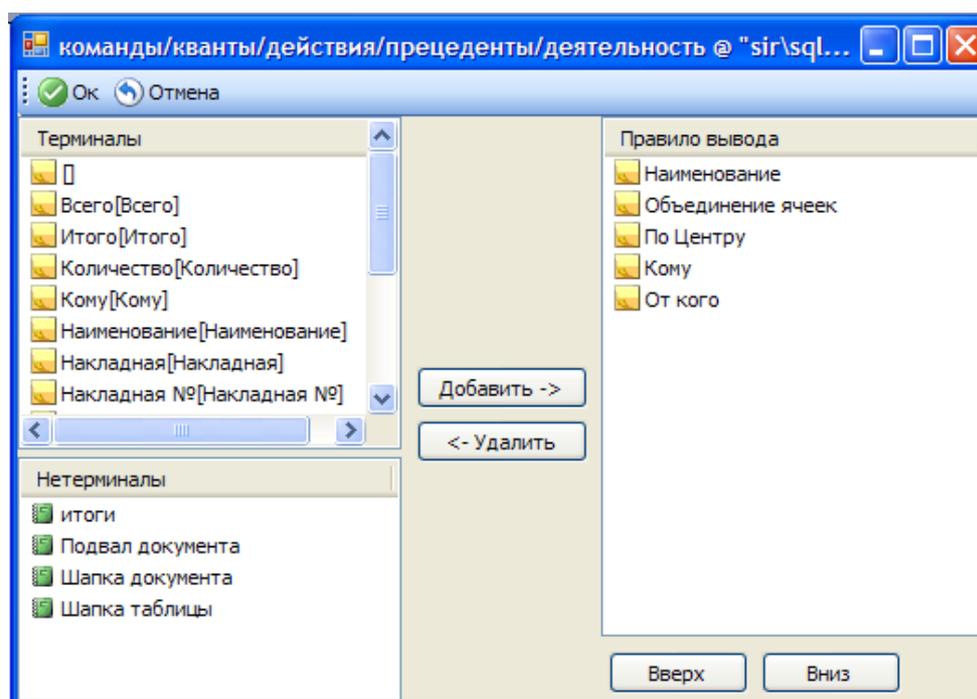


Рис. 4. Составление правила вывода для нетерминала «составление шапки документа»

тов, а также 2326 различных правил вывода. Каждому пользователю предъявлено по 34 созданных выше задания. Перед выполнением каждого задания фиксировался файл для макрокоманд (VBA). По завершению выполнения задания результат наблюдения деятельности испытуемого сохранялся в отдельном файле вида: «ИмяПользователя№Задания.bas». После получения наблюдений выполнения всех 34 заданий (10 испытуемыми) компьютером были построены модели действий и прецедентов. Эти два уровня моделей необходимы для более точной оценки результатов экспертом: имея обе эти модели, можно лучше понять, какой прецедент состоит из распознанных действий. Если прецедент в целом не был правильно идентифицирован, но верными было распознано 70 % его действий, то эксперт считал модель адекватной: аналитику удается восстановить прецедент по смыслу из-за избыточности русского языка.

Всего из 340 моделей 298 были построены правильно, т. е. 87,65 %. Доверительный интервал вы-

числялся по выражению  $\left[ x^* - t_\alpha \frac{s}{\sqrt{n}}; x^* + t_\alpha \frac{s}{\sqrt{n}} \right]$ ,

где  $x^*$  – выборочное среднее процента правильной идентификации по одному испытуемому;  $t_\alpha$  – величина, распределенная по закону Стьюдента;  $s$  – исправленное среднеквадратическое отклонение [14], при  $2\alpha=0,05$  и  $n=340$ . С надежностью 95 % вероятность распознавания прецедентов лежит в интервале [0,84; 0,91]. На рис. 5 представлен пример модели выполнения задания, построенной компьютером.

Теперь рассмотрим статистику эксперимента более подробно. На рис. 6 представлена средняя оценка вероятности распознавания прецедентов в зависимости от количества действий в них. Она увеличивается с увеличением числа действий в прецеденте.

На рис. 7 изображена усредненная вероятность распознавания каждого из прецедентов. Как вид-

но, задание «составление бланка накладной» (задание № 17) было правильно распознано менее чем в половине случаев. Это связано с малым количеством действий, совершаемых пользователем (всего 4). В то же время «сложные» задания, состоящие из большого количества действий и содержащие формулы, были идентифицированы верно в указанном выше смысле.



Рис. 5. Изображаемая компьютером модель прецедента «составление бланка накладной» на уровне действий пользователя

Объяснение результатов рис. 7 может быть следующим. При ложной идентификации хотя бы одного действия в более коротких прецедентах нет возможности исправить ситуацию по малому числу правильно идентифицированных действий. Эксперт же оценивал адекватность модели прецедента по 70 % совпадающих действий. Поэтому при конструировании правил следует даже небольшие прецеденты делить на возможно большее число действий.

Для отражения влияния личности пользователя на результат распознавания в таблице и на рис. 8 приведены доверительные интервалы достоверности распознавания для каждого пользователя.

Узкий доверительный интервал (для пользователя № 5, особенно) говорит о том, что алгоритм распознавания адекватен стилю деятельности именно этого пользователя. Это позволяет высказывать гипотезу о целесообразности введения в про-

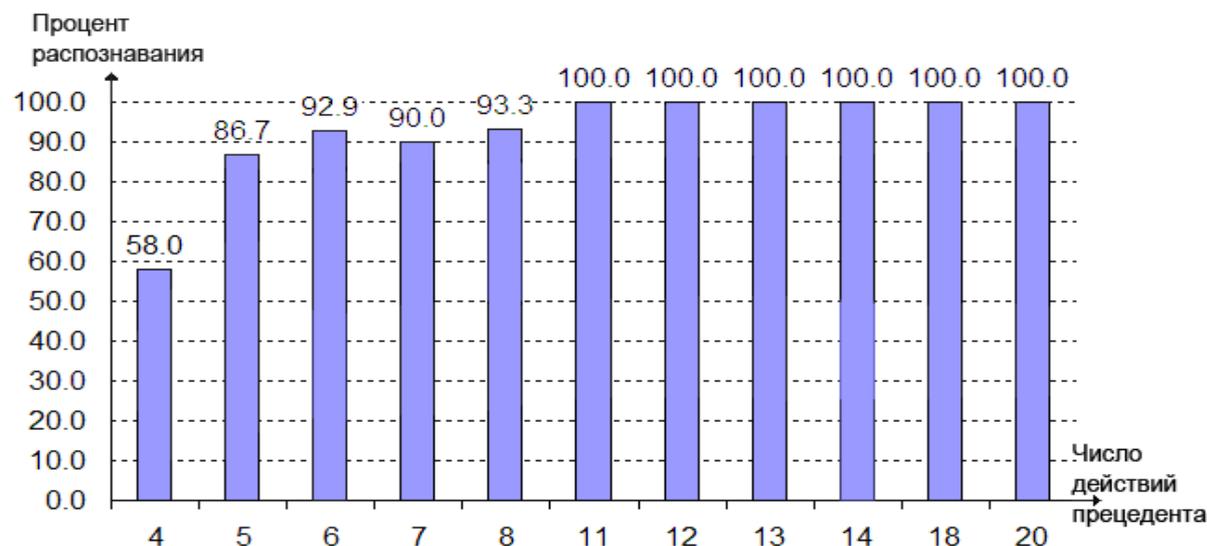


Рис. 6. Достоверность распознавания прецедентов в зависимости от количества действий

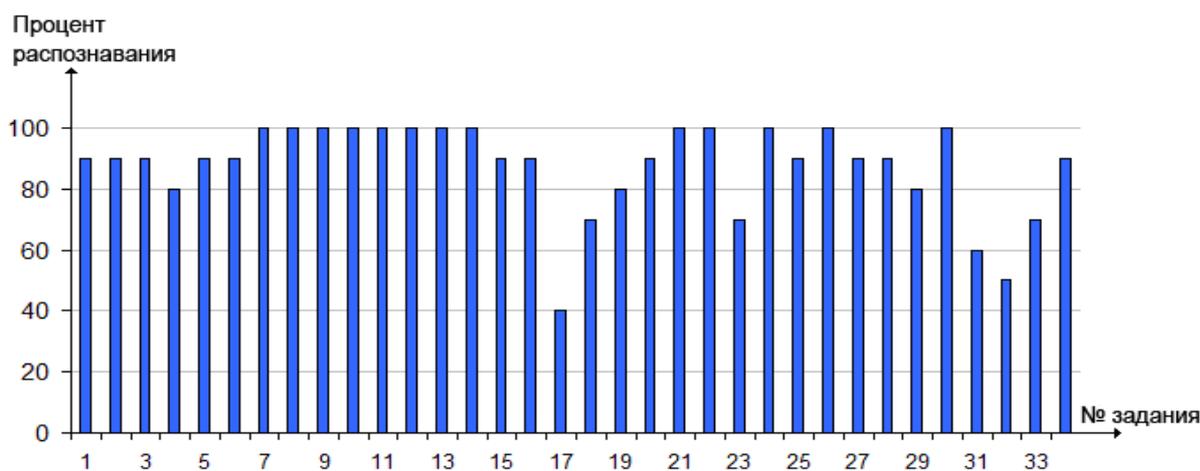


Рис. 7. Вероятности распознавания прецедентов (заданий) для 10 пользователей

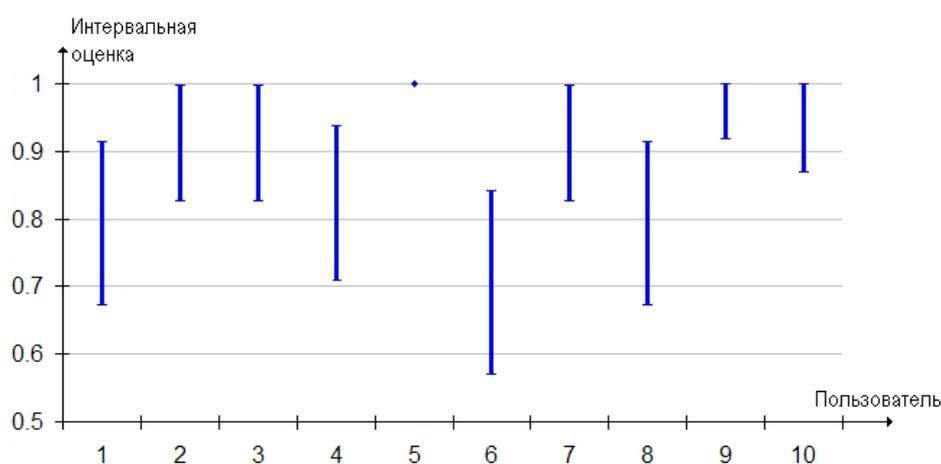


Рис. 8. Оценка влияния личности на результат распознавания при  $P_{\text{дов}}=0,9$

грамму настройки компьютерного алгоритма к стилю работы пользователя, чтобы улучшить результат автоформализации модели его деятельности. С другой стороны, большинство доверительных интервалов пересекаются, что говорит о несущественности этого влияния (рис. 8). Результат работы программы-распознавателя зависит от полноты алфавита и правил вывода. Их адекватное, достаточно полное множество может быть получено посредством предварительного наблюдения за пользователем и диалога с ним в процессе его работы с компьютером или при описании экспертом предметной области.

#### Заключение

1. Первый эксперимент по автоформализации модели деятельности пользователя компьютера дал оптимистичный результат: с надежностью 0,95 доверительный интервал оценки достоверности распознавания прецедентов деятельности составил [0,83; 0,92].
2. Вероятность распознавания существенно зависит от длины «прецедента». Достаточно сложные прецеденты, состоящие из 11 и более дей-

ствий и содержащие математические формулы, распознаются практически достоверно (по принятому правилу принятия решения экспертом).

3. Результат распознавания зависит как от личности пользователя, так и от полноты алфавитов и множества правил вывода. Представляется, что с введением в алгоритм самообучения (накопления опыта) программы зависимость от личности может быть снята.
4. Компьютеру трудно отслеживать прецеденты и действия, прерываемые для совершения других действий. Для этого надо вводить усложненные правила вывода вида **нетерминал 1** <{действия нетерминала1}>{**нетерминал 2**}<{действия нетерминала1}>. Это может быть сделано в полноценной системе автоформализации модели деятельности.
5. Настоящая реализация алгоритма (модифицированный алгоритм Кока-Янгера-Касами) оптимизирована по времени работы: разбор строки символов происходит несколькими параллельными потоками вместо полного перебора в алфавитах и правилах (быстрый поиск по БД и хэш-таблице).

Автор выражает благодарность научному руководителю В.А. Шапцеву за содействие в работе.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каданцев М.В., Шапцев В.А. Обобщенная модель деятельности пользователя компьютера // Знания – онтология – теория: Труды Всеросс. конф. с междунар. участием. – Новосибирск, 2007. – Т. 2. – С. 61–66.
2. Каданцев М.В., Шапцев В.А. Автоформализация модели деятельности специалиста, работающего с компьютером // Математические методы в технике и технологиях: Сб. трудов XX Междунар. научн. конф. – Ярославль, 2007. – Т. 9. – С. 134–137.
3. Microsoft. Microsoft Office Templates [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://office.microsoft.com/en-us/templates/default.aspx>. – 18.07.2008.
4. Sun. OpenOffice samples and templates [Электронный ресурс]. – режим доступа: [http://documentation.openoffice.org/Samples\\_Templates/User/template/index.html](http://documentation.openoffice.org/Samples_Templates/User/template/index.html). – 18.07.2008.
5. Camarda B. Special Edition. Using Microsoft Office Word. – Que, 2003. – 1272 p.
6. Златопольский Д.М. 1700 заданий по Microsoft Excel. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 544 с.
7. Дубинина А.Г., Орлова С.С., Шубина И.Ю., Хромов А.В. Excel для экономистов и менеджеров. – СПб.: Питер, 2004. – 295 с.
8. Фролов И.М. Энциклопедия Microsoft Office 2003. – М.: Бук пресс, 2006. – 912 с.
9. Васильев А.Н. Научные вычисления в Microsoft Excel. – М.: Издат. дом «Вильямс», 2004. – 512 с.
10. Саймон Д. Анализ данных в Excel: Наглядный курс создания отчетов, диаграмм и сводных таблиц. – М.: Издат. дом «Вильямс», 2004. – 528 с.
11. Джон У. Подробное руководство по созданию формул в Excel 2002. – М.: Издат. дом «Вильямс», 2002. – 624 с.
12. Каданцев М.В., Шапцев В.А. Формирование квантов деятельности посредством языка над алфавитом команд, исполняемых компьютером // Вестник Тюменского государственного университета. – 2008. – № 6. – С. 183–190.
13. Холзнер С. Perl: Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2001. – 496 с.
14. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1978. – 831 с.

Поступила 10.09.2008 г.

УДК 681

## МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ АДАПТАЦИИ СУБЪЕКТОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ К УСЛОВИЯМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

Х.А. Абунава, О.Г. Берестнева

Томский политехнический университет  
E-mail: ogb@sibmail.com

*Рассмотрены вопросы разработки моделей, алгоритмов и информационной технологии адаптации субъектов профессиональной деятельности к условиям производственной среды*

### Ключевые слова:

*Информационные технологии, нечеткая классификация, информационные системы, адаптация субъектов деятельности.*

В настоящее время существует разрыв между интенсивностью социальных, экономических, политических, духовных изменений современного российского общества и возможностью людей адаптации к этим изменениям, что вызывает рост социальной тревожности, напряженности, неуверенности в завтрашнем дне. Организационные изменения детерминируют возникновение выраженных стрессовых состояний посредством появления рассогласования между характеристиками новой трудовой ситуации и привычной деятельностью профессионала. Изменившаяся трудовая ситуация требует от персонала дополнительных усилий по адаптации к обновленной производственной среде, что может закончиться как повышением профессионализма и успешности труда, так и дезорганизацией деятельности и ухудшением здоровья работающих. Все больше и больше людей сталкиваются с проблемой социальной адаптации в ситуа-

ции неопределенности, в частности в ситуации профессионального риска [1, 2]. Другим аспектом проблемы адаптации субъекта деятельности к изменяющимся условиям системной среды является адаптация иностранных рабочих к новым социально-культурным условиям [3].

В отечественной литературе адаптация рассматривается как многоуровневый, динамичный процесс, имеющий свою структуру, последовательность и особенности протекания, связанные с определенной перестройкой личности в рамках включения в новые социальные роли. Однако, на сегодняшний день нет единого подхода к решению задачи оценки и прогнозирования субъектов деятельности к измененным производственным условиям [4, 5]. Большинство работ по данной тематике относятся к области социально-психологических исследований и носят описательный характер. В статье рассмотрены вопросы разработки методов