

*Кулагина И. В., студентка, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

*Товштейн М. Я., кандидат физико-математических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

## ПОМОЖЕТ ЛИ КОМПЬЮТЕР ВЫБРАТЬ НАПРАВЛЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ РЕБЁНКА В ШКОЛЕ?

*Аннотация. Разработан прототип экспертной системы, помогающей родителям выбрать направление обучения ребёнка в школе и сориентировать его на выбор профессии в будущем. Психолог составил опросный лист почти из 40 вопросов. Каждый вопрос соответствует определённому направлению: математическому, гуманитарному, спортивному, творческому и техническому. Когнитолог выбрал два варианта обработки тестирования: с помощью системы баллов и методом нечёткой логики.*

*Ключевые слова: экспертная система, база знаний, тестирование, представление знаний, продукционная модель, нечёткая логика, обучение, детсад, младшие школьники.*

Как правило, родители, заинтересованные в эффективном развитии ребёнка и его обучении в школе, учитывают не только статус школы (лицей, гимназия), но и личностные характеристики ребенка: физиологические, интеллектуальные, психологические. Наша работа помогает таким родителям принимать решение с помощью простой (для начала) экспертной системы, которая позволяет:

- узнать увлечения ребёнка,
- выявить личностные характеристики детей дошкольного и младшего школьного возраста,
- выбрать направление обучения ребёнка в школе в соответствии с его личностными характеристиками,
- сориентировать ребёнка на выбор профессии в будущем,

Что же такое экспертная система? Это компьютерная программа, которая использует опыт и знания высококвалифицированного специалиста (эксперта) в некоторой предметной области, чтобы помочь принять решение менее опытному-

му коллеге или любому пользователю [1-3]. В этой области знаний экспертная система сможет:

- проводить «рассуждения» по такому же принципу, как рассуждал бы и находил ответ на поставленный вопрос-задачу эксперт,
- сообщать пользователю о сделанном выводе,
- объяснять (по желанию пользователя), на основании каких фактов и правил «рассуждений» был получен данный вывод. Это позволяло бы любознательному пользователю повышать в некоторой степени уровень своих знаний,
- накапливать знания, сохранять их длительное время, обновлять и тем самым обеспечивать относительную независимость конкретной организации от наличия в ней квалифицированных специалистов.

В разработке экспертной системы, как правило, участвуют Эксперт(-ы), Когнитолог(-и) и Программист(-ы)<sup>1</sup>.

*Эксперт* разъясняет Когнитологу методы, способы, интуитивные догадки (эвристики), вычислительные расчёты (если нужны), применяемые для получения ответа на поставленные пользователями вопросы. В нашем случае роль Эксперта исполняла социальный психолог, кандидат психологических наук, доцент НЧИ К(П)ФУ Л.Ф. Чукмарова. Она предложила методику проведения тестирования, разработала специальный опросный лист для детей и родителей.

*Когнитологами* выступали авторы данной статьи. Когнитолог должен:

- получать и структурировать знания эксперта,
- выбрать методы представления этих знаний,
- разработать алгоритм обработки знаний,
- выбрать компьютерный инструментарий,
- тестировать созданный прототип экспертной системы с экспертами и пользователями. К тестированию привлекались студенты кафедры психологии

---

<sup>1</sup> Когнитолога иначе называют *инженером по знаниям*. Как правило, быть Экспертами просят нескольких профессионалов. В роли Программиста могут выступать один или несколько человек - в зависимости от сложности проекта. В нашей работе Программист был в единственном числе, а Когнитологов – двое. Из уважения к этим профессиям мы их названия пишем с заглавной буквы.

НЧИ К(П)ФУ, воспитатель МБДОУ «Детский сад №58 «Тополек» М.В. Яцкова, а также родители и дети группы №7 данного дошкольного учреждения.

*Программист* – один из авторов данной статьи – создаёт:

- компьютерное представление знаний,
- интерфейс между экспертной системой и пользователем,
- блок объяснений, который выдаёт рекомендации на основе полученных знаний о ребёнке,
- сервис для сопровождения экспертной системы: ведение архива, обеспечение защиты данных от несанкционированного доступа, внесение изменений в тесты.

Эксперт, как упоминалось, разработал опросный лист, содержащий около 40 вопросов. Каждый вопрос соответствует определенному направлению: математическому, гуманитарному, спортивному, творческому, лингвистическому и техническому. На эти вопросы отвечает либо родитель, либо ребёнок дошкольного и младшего школьного возраста. Это – пользователи нашей экспертной системы. Дети могут проходить тестирование несколько раз по мере взросления, и результаты тестирования можно сравнивать, поскольку они сохраняются в защищённом архиве. Примеры тестовых вопросов:

- математическое направление:
  1. нравится считать, решать задачи?
  2. нравится собирать пазлы?
  3. интересно на занятиях по математике?
  4. умеешь складывать/вычитать числа в уме?
  5. нравится чертить различные фигуры по линейке?
  6. хотел(а) бы ты научиться (умеешь ли) играть в шахматы?
- гуманитарное направление:
  1. легко знакомишься с новыми детьми?
  2. нравится рассказывать стихи перед группой?
  3. нравится помогать незнакомым людям?
  4. легко ли тебе собрать команду для игры?
  5. хотел(а) бы на день Рождения получить в подарок какую-нибудь книгу?
  6. нравится рассказывать истории?
- творческое направление:
  1. нравится рисовать?
  2. хотел(а) бы ходить в школу, где учат рисовать?

3. нравится фантазировать?
4. хотел(а) бы научиться играть на каком-нибудь музыкальном инструменте?
5. нравится участвовать в театральных постановках на утреннике?
6. нравится выступать перед своей группой?

спортивное направление:

1. нравятся занятия по физической культуре?
2. любишь бегать?
3. нравится играть в подвижные игры?
4. нравится кататься на роликах (велосипеде, самокате)?
5. нравится (хотел(а) бы) участвовать в каких-нибудь спортивных соревнованиях?
6. хотел(а) бы на день Рождения получить в подарок мяч (ролики, самокат)?

техническое направление:

1. нравится собирать конструктор?
2. если сломалась какая-нибудь игрушка, пытаешься ли ты починить ее сам(а)?
3. когда-нибудь разбирал(а) игрушки на детали?
4. хотел(а) бы ходить в школу, где учат собирать модели самолётов, машин, роботов своими руками?
5. интересно наблюдать за тем, как ремонтируют какую-нибудь технику или мебель?
6. хотел(а) бы делать игрушки своими руками?

При запуске программы пользователь заполняет анкету для регистрации, указывая фамилию, имя и дату рождения ребёнка, а также логин и пароль для входа в личный кабинет. Родителю дошкольника предоставляется возможность загрузить фотографию ребёнка, выбрать нужный тест и ответить на все его вопросы, просмотреть результаты тестирования и выбрать тип их обработки.

Рисунок 1а показывает, как выглядит на мониторе компьютера заставка личного кабинета ребёнка. Ниже слова «Тестирование» находится кнопка «Выбор тестирования». Её нажатие позволяет выбрать один из пяти вариантов:

- дошкольник,
- родитель,
- дошкольник + родитель,
- школьник 3-го класса,
- школьник 5-го класса.

Ниже слов «Результаты тестирования и статистика» расположена кнопка «Тип обработки тестирования», с помощью которой можно выбрать два варианта тестирования:

- 1) с помощью системы баллов,
- 2) с помощью методов нечёткой логики.

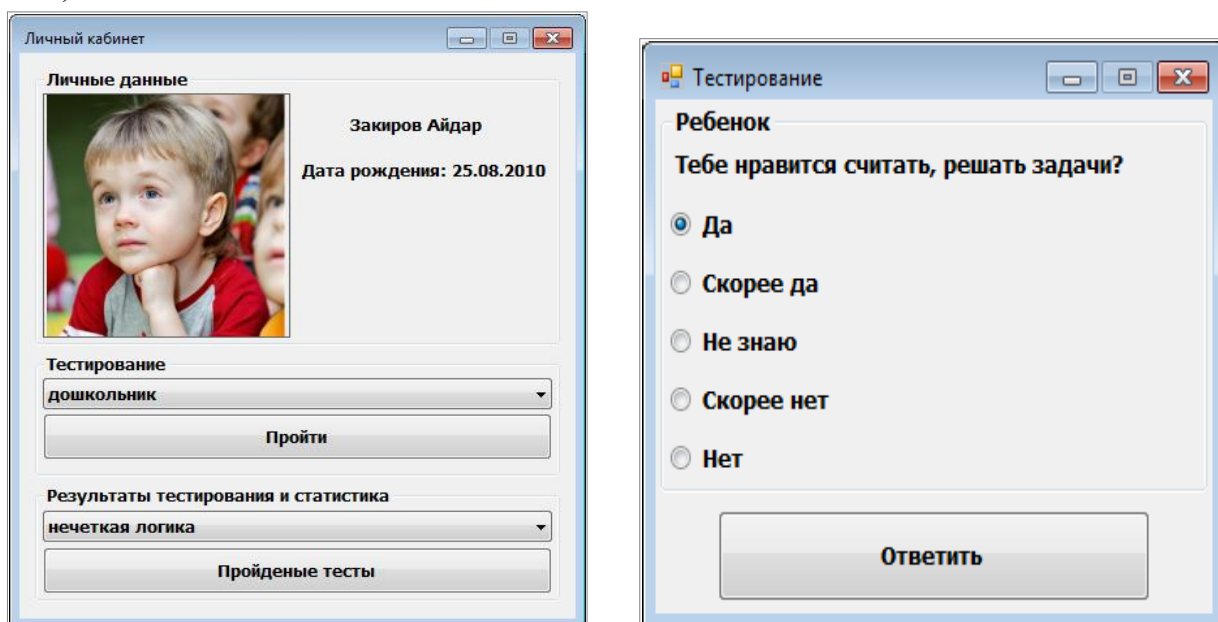


Рис. 1. Пример (а) заставки личного кабинета и (б) ответов на вопросы теста

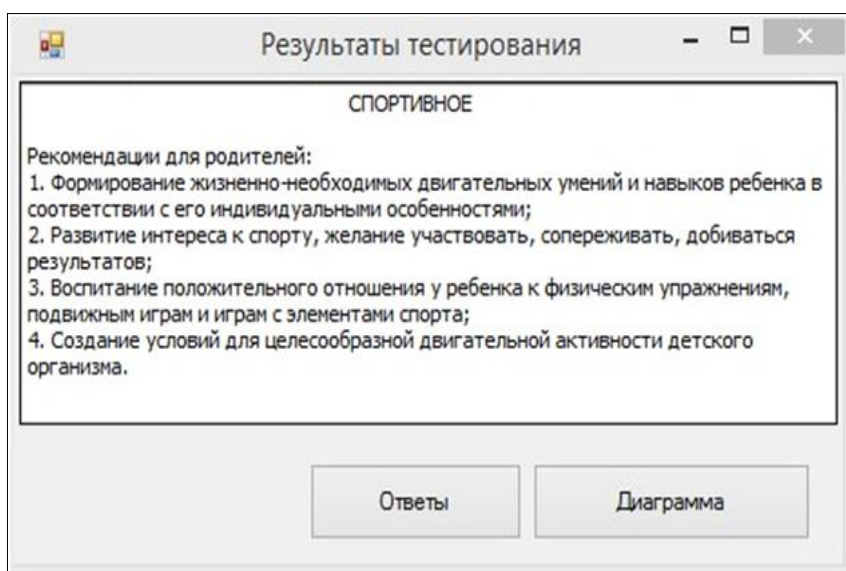


Рис. 2. Окно с рекомендациями для родителей по результатам тестирования

При реализации *первого варианта* каждому вопросу присваивается определенный балл. За каждый ответ баллы суммируются по каждому направлению,

затем суммы сортируются по убыванию, и в результате рекомендуется направление обучения, набравшее наибольшее количество баллов.

*Второй вариант* требует оценки результатов тестирования на основе, так называемой, нечёткой логики. Здесь предлагается шкала ответов, которую можно видеть на рисунке 1б. Эта шкала вместе с вопросом, принадлежащим выбранному способу тестирования, выводится на экран при нажатии кнопки «Пройти». После тестирования на экран выводится окно с рекомендациями для родителей. Пример такого окна показан на рисунке 2.

Кнопка «Пройденные тесты» позволяет посмотреть результаты всех пройденных тестирований. При выборе *системы баллов* результат может быть показан либо в виде таблицы с баллами по каждому направлению, либо в виде диаграммы (рис. 3).

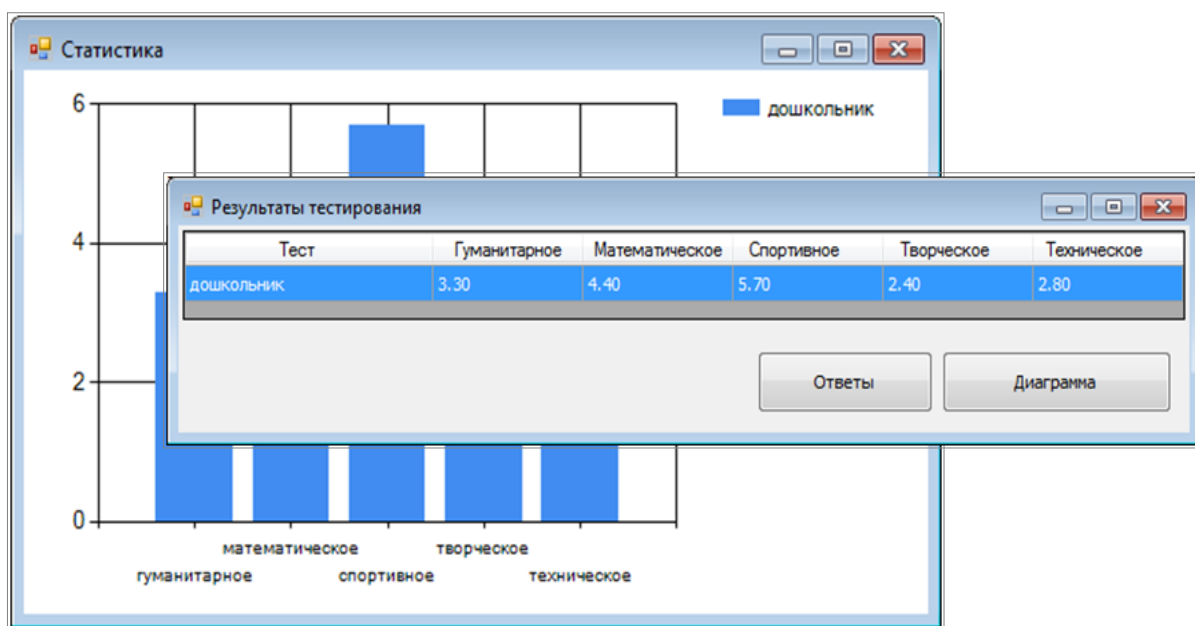


Рис. 3. Представление результатов тестирования дошкольников «по баллам»

После тестирования «Дошкольник + родитель» показываются результаты дошкольника, родителя и их совместный результат, причём учитываются только те вопросы, на которые ребенок и родитель дали одинаковые ответы (рис. 4).

Теперь кратко о том, как в базе знаний экспертной системы представляются знания Эксперта. Для этого существуют различные способы: предикаты

[3], продукции [3], семантические сети [4], фреймы [5], нечёткая логика [6,7], онтологии [4] и другие. Мы воспользовались продукциями и нечёткой логикой.

*Продукция* – это фраза вида *ЕСЛИ причины, ТО следствие*.

Попробуйте вставить после *ЕСЛИ* слово *существуют*, а после *ТО* – слово *наступает*, и станет очевидно: эта фраза моделирует рассуждение человека.

Пример. *ЕСЛИ* направление=творческое *И*  
 количество (положительные\_ответы)=максимум,  
*ТО* рекомендуемое\_направление = творческое.



Рис. 4. Результат тестирования «Дошкольник + родитель»

До этого речь шла о том, как обрабатываются и представляются рекомендации пользователю, выбравшему тестирование с применением баллов. Далее рассмотрим, что делается для пользователя, который выбрал тестирование с применением нечёткой логики.

Теория нечётких множеств и основанная на ней нечёткая логика предполагают наличие:

- 1) универсального множества  $U=\{0,1,2,3,4,5,6\}$ , которое включает в себя количество положительных ответов на тестовые вопросы,
- 2) множества  $L=\{\text{«низкая»}, \text{«средняя»}, \text{«высокая»}\}$  лингвистических термов, показывающих оценку экспертом заданного тестового вопроса,

3) функций принадлежности, показывающих степень принадлежности элементов множества  $U$  элементам множества  $L$ ,

4) нечёткой шкалы ответов: «да», «скорее да, чем нет», «не знаю», «скорее нет, чем да», «нет».

Чтобы построить функции принадлежности, был составлен «опросник» (таблица 1), который заполняли 10 экспертов.

Таблица 1

Опросник для построения функций принадлежности

	0	1	2	3	4	5	6
Низкая	1	1	0	0	0	0	0
Средняя	0	0	1	1	1	0	0
Высокая	0	0	0	0	0	1	1

Графически функция принадлежности может выглядеть так, как на рисунке 5.

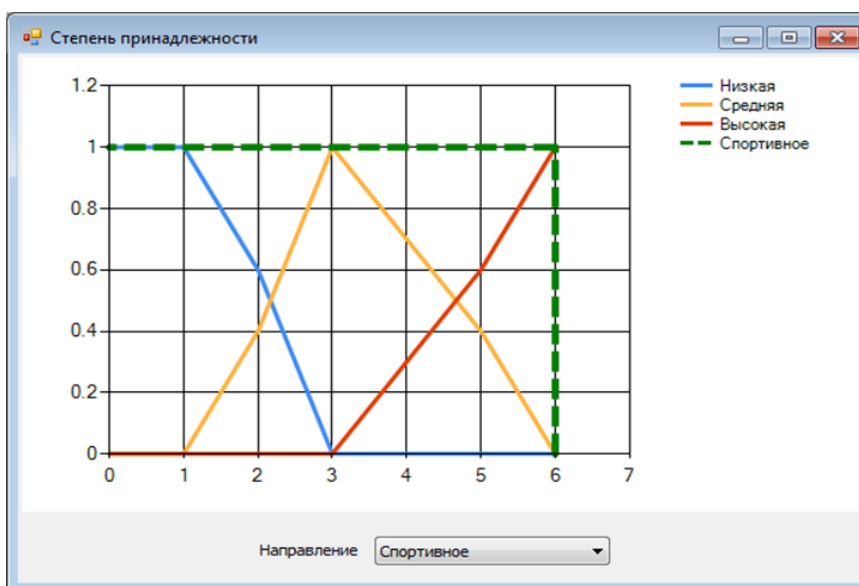


Рис. 5. Пример графика функции принадлежности

При выборе нечеткой логики результаты по каждому направлению обучения ребёнка можно вывести в виде таблицы с баллами или в виде графика функции принадлежности. Рекомендации пользователю выводятся по



продукционной модели рассуждений (см. вышеприведённый пример). Подсчёт баллов по каждому направлению ведётся по формуле

$$Q = \frac{W}{n} \sum_{j=1}^n q_j, \text{ где}$$

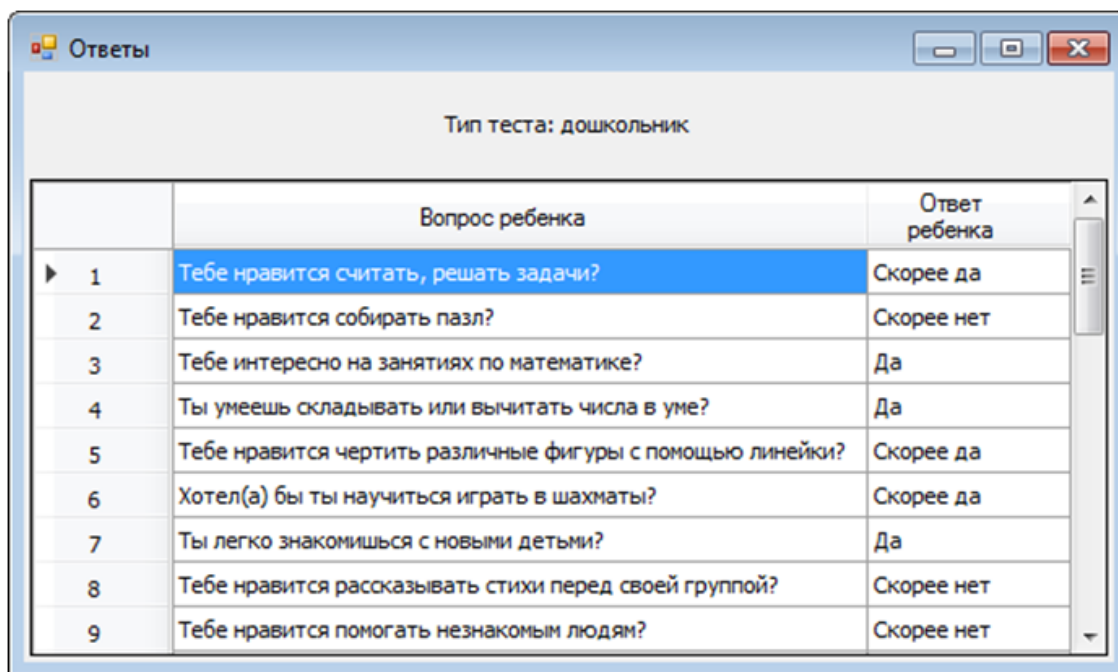
Q – балл по данному направлению;

W – вес тестового задания;

n – число тестовых заданий;

q<sub>j</sub> – количество положительных ответов на j-е тестовое задание.

Экспертная система позволяет посмотреть ответы на каждый вопрос пройденного тестирования (рис. 6):



	Вопрос ребенка	Ответ ребенка
▶ 1	Тебе нравится считать, решать задачи?	Скорее да
2	Тебе нравится собирать пазл?	Скорее нет
3	Тебе интересно на занятиях по математике?	Да
4	Ты умеешь складывать или вычитать числа в уме?	Да
5	Тебе нравится чертить различные фигуры с помощью линейки?	Скорее да
6	Хотел(а) бы ты научиться играть в шахматы?	Скорее да
7	Ты легко знакомишься с новыми детьми?	Да
8	Тебе нравится рассказывать стихи перед своей группой?	Скорее нет
9	Тебе нравится помогать незнакомым людям?	Скорее нет

Рис. 6. Пример ответов по нечёткой шкале на вопросы теста

Ранее говорилось о том, что для сопровождения экспертной системы обеспечивается необходимый минимум сервиса. Применяет этот минимум специфический пользователь – Администратор. Он может:

- добавлять, удалять и/или корректировать любые вопросы тестов,
- находить сведения о пользователях и смотреть все результаты пройденных тестирований,

- создавать архив файлов, в которых занесены данные о пользователях и результатах всех их тестирований.

Очень важная обязанность Администратора – обеспечивать не только физическую сохранность файлов, но и защиту пользовательских логинов и паролей от «непрощенных гостей».

Для такой защиты выбран метод Полибия<sup>2</sup> криптографического шифрования симметричным ключом [8]. Он достаточно прост, но вполне подходит для наших целей. В таблицу из М строк и N столбцов вписывается специальным образом набор символов, и для шифрования каждого символа логина или пароля берётся символ *ниже* в том же столбце. При расшифровке действуют в обратном порядке: символу шифровки ставят в соответствие символ, стоящий *над ним* в этом же столбце. Считается, что за последней строкой следует первая строка.

Таблица 2.

Символы для шифрования и расшифрования

	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>e</b>	<b>f</b>
<b>g</b>	<b>h</b>	<b>i</b>	<b>j</b>	<b>k</b>	<b>l</b>
<b>m</b>	<b>n</b>	<b>o</b>	<b>p</b>	<b>q</b>	<b>r</b>
<b>s</b>	<b>t</b>	<b>u</b>	<b>v</b>	<b>w</b>	<b>x</b>
<b>y</b>	<b>z</b>	<b>.</b>	<b>,</b>	<b>?</b>	<b>!</b>

Пример. Пусть в качестве ключа шифрования выбраны параметры таблицы M=5 и N=6. Латинский

алфавит и некоторые знаки пусть вписываются последовательно по 6 символов в каждую строку (таблица 2). Тогда логину *aydar* сопоставится шифровка *gajgx* пароля

На рисунке 7 можно увидеть экранные формы, куда вносят логин и пароль. Нажатие кнопки *Зашифровать* или *Расшифровать* приводит к соответствующему действию.

Для эксплуатации нашей экспертной системы требуется следующая минимальная аппаратная и программная конфигурация:

- процессор любой распространённой архитектуры не менее 1 ГГц, 32 или 64 бит,

<sup>2</sup> Полибий (III век до н.э.) - греческий писатель, историк, полководец, государственный деятель. Изобрел за два века до нашей эры так называемый полибианский квадрат размером 5x5, заполненный греческим алфавитом в случайном порядке.

- ❑ ОЗУ не менее 512 Мб,
- ❑ операционная система Windows,
- ❑ пакет Microsoft Visual C# 2013 (для редактирования исходного кода программы и перекомпиляции проекта),
- ❑ библиотека .NetFramework 4.5.

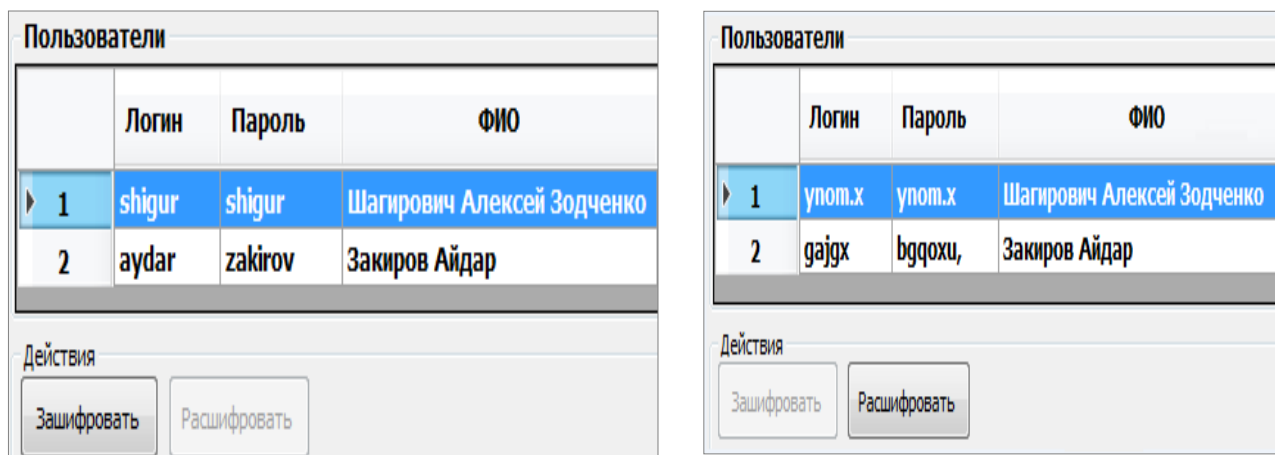


Рис. 7. Экранные формы для шифрования и расшифрования логина и пароля

Разработанный прототип экспертной системы был проверен в МБДОУ «Детский сад №58 «Тополек» г. Набережные Челны. Тестировалась одна группа из 16 человек и воспитатель в качестве родителя. Оказалось, что:

❑ **5** детей проявят себя в гуманитарном направлении, так как они с легкостью знакомятся с новыми детьми, в их окружении большое количество друзей и с каждым из них они смогли найти «общий язык». Они с удовольствием рассказывают стихи или какие-нибудь истории перед группой, они с легкостью могут собрать команду для какой-нибудь игры и даже провести ее. Они уже хорошо читают и с радостью бы приняли книгу в качестве подарка на день рождения.

❑ **4** ребёнка хорошо проявят себя в творческом направлении. Им нравится рисовать, они с удовольствием бы посещали художественную или музыкальную школу. Им нравится участвовать в театральных постановках на утренниках, придумывать различные игры, они быстро и с легкостью могут сочинить интересный рассказ или придумать какую-нибудь идею для постановки.

□ 3 дошкольника хорошо проявят себя в спорте. Этим детям нравятся занятия по физической культуре, играть в подвижные игры, кататься на роликах, велосипеде, самокате и т. д., они с удовольствием посещают спортивные секции и занимают призовые места на соревнованиях.

□ 3 дошкольника интересуются в техническом направлении. Им нравится собирать конструктор, интересно наблюдать за тем, как ремонтируют какую-нибудь технику или мебель. Они с удовольствием бы посещал школу, где учат собирать модели самолетов, машин, роботов своими руками. Если сломалась какая-нибудь игрушка, они пытаются починить её сами, интересуются, из чего состоят игрушки, но если они и разбирают их на части, то обязательно соберут обратно

□ 1 ребёнок отлично проявит себя в математическом направлении. Он всегда с удовольствием посещает занятия по математике, легко понимает новые темы, ему нравится считать, решать задачи и если у него что-нибудь не получается, то он пытается найти другие способы решения данной задачи. Он уже умеет складывать и вычитать числа в уме, ему нравится чертить различные геометрические фигуры, он увлекается шахматами, занимает призовые места на соревнованиях между группами.

В большинстве случаев родители разделяют интересы своих детей, но были случаи, когда родители впервые узнавали, что их ребенок хотел бы ходить, например, в художественную школу.

После проведения тестирования можно было сделать выводы о прототипе экспертной системы. Она действительно:

- 1) помогает выявить личностные характеристики детей дошкольного и младшего школьного возрастов;
- 2) рекомендует направление развития и обучения ребёнка в соответствии с его личностными характеристиками;
- 3) помогает родителям сориентировать ребенка на выбор профессии в будущем и узнать об увлечениях ребёнка;

- 4) хранит все логины, пароли и результаты тестирований в отдельных файлах;
- 5) позволяет добавлять, удалять и корректировать вопросы тестов;
- 6) обеспечивает криптографическую защиту логинов и паролей пользователей;
- 7) позволяет просматривать результаты тестирования в табличной и графической формах по каждому предлагаемому направлению развития ребёнка.

Так поможет ли компьютерная программа выбрать направление обучения ребёнка в школе? Тестирование показало: да, поможет! Даже такая сравнительно простая экспертная система – неплохое подспорье для заботливых родителей. Но выбор дальнейшего образовательного пути своего ребенка предстоит делать всё-таки родителям. Как пелось в одной некогда популярной песне: «И это серьёзное дело нельзя поручать никому!»

В заключение авторы благодарят своих внимательных помощников: кандидата психологических наук Чукмарову Люцию Федаиевну, студентов кафедры психологии НЧИ К(П)ФУ, воспитателя МБДОУ «Детский сад №58 «Тополек» Яцкову Марину Вениаминовну, детей группы №7 этого детсада и их родителей.

#### Литература

1. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский - СПб.: Питер, 2001.- 384 с.
2. Джарратано Дж. Экспертные системы: принципы разработки и программирование 4-ое издание / Дж. Джарратано, Г. Райли - М.: "Вильямс", 2007. — 1152 с.
3. Новиков Ф. А.. Системы представления знаний: Учеб.пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 47 с.
4. Бернерс-Ли Т. Семантическая сеть [Электронный ресурс] / Т. Бернерс-Ли, Дж. Нендлерс, О. Лассила; пер. с англ. Е. В. Золин. – Электрон.текстовые дан. –Режим доступа: [http://lpcs.math.msu.su/~zolin/sw/semantic\\_web\\_rus.html](http://lpcs.math.msu.su/~zolin/sw/semantic_web_rus.html)

(дата обращения 04.04.2017)

5. Мински М.Л. Фреймы для представления знаний. М.: Энергия, 1979. – 33с.

6. Ярушкина Н. Г. Методы нечетких экспертных систем в интеллектуальных САПР. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1997. – 44 с.

7. Батыршин И.З. Основные операции нечеткой логики и их обобщения. – М.: Изд-во БИНОМ, 2006. – 128 с.

8. Анисимов В.В. Криптографические методы защиты информации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://sites.google.com/site/anisimovkhv/learning/kripto/lecture/tema4> (дата обращения 04.04.2017)

---

*Kulagina I.V., student, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

*Tovshteyn M.Ya., candidate of phis.-math. Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

#### CAN COMPUTER HELP CHOOSE AN APPROPRIATE TRAINING COURSE FOR A CHILD IN SCHOOL?

*Adstract: A prototype expert system has been developed that will help parents choose the direction of their child's learning in school and to guide him/her in a choice of future profession. The psychologist developed a questionnaire of almost 40 questions. Each one corresponds to a specific direction: mathematics, humanitarianism, athletics, artistic and technical. Cognitology choses two options for handling testing: using the help of the points system and methods of fuzzy (degrees of truth) logic.*

*Key Words: expert system, base of knowledge, model of knowledge presentation, rule-oriented model, a semantic network, ontology, fuzzy logic. Kindergarten.*