

DOI: 10.12731/2218-7405-2013-2-29

УДК 002

**РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ В ОБЛАСТИ  
ШКОЛЬНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ (8 КЛАСС)  
НА ПОЛИЛИНГВАЛЬНОЙ (РУССКО-ТАТАРСКО-АНГЛИЙСКОЙ)  
ПЛАТФОРМЕ**

Нургалиев А.Р., Зарипова Р.Р., Хакимуллина Н.И.

В связи с высокой трудоемкостью работы учителя встает проблема быстрого реагирования на неуспеваемость учеников и соответствующей дифференциации учебной нагрузки. Для разрешения данной проблемы разработана экспертная система (ЭС), способная консультировать учителя по вопросам касающимся преподаванию предмета, основываясь на анализе успеваемости учащихся.

В статье раскрываются общедидактические принципы построения ЭС в образовании на примере преподавания предмета «Алгебра» за 8 класс на полилингвальной основе. В ходе данного исследования была разработана архитектура ЭС в образовательной сфере, а также была произведена практическая реализация инновационных подходов к анализу и обработке данных экспертной системой в виде компьютерной системы, способной повысить эффективность учительского труда. В ее основе лежит модель обратной связи с учащимся, на базе которой выстраивается его индивидуальная учебная траектория. Система автоматически подбирает оптимальный вариант нагрузки, как для одного ученика, так и для всего класса, что позволяет добиваться гибкости при построении и реализации учебного курса.

За счет того, что часть обязанностей учителя берет на себя ЭС, нагрузка на учителя уменьшается, и вместе с тем повышается качество обучения. Сис-

тема способна оценивать текущую успеваемость каждого ученика в режиме реального времени и в зависимости от улучшения или ухудшения его академических показателей дифференцировать нагрузку на конкретного ученика, путем генерации индивидуальных заданий.

**Ключевые слова:** экспертная система, образование, математика.

## **THE DEVELOPMENT OF AN EXPERT SYSTEM IN THE AREA OF MATHEMATICAL EDUCATION AT SCHOOL (8<sup>TH</sup> GRADE) ON THE POLYLINGUALISM PLATFORM (RUSSIAN-TATAR-ENGLISH)**

Nurgaliev A.R., Zaripova R.R., Khakimullina N.I.

With the increasing workload of a teacher arises a problem of fast diagnosing the deterioration of pupils' academic performance with the corresponding differentiation of the academic workload. To cope with this problem an Expert System (ES) has been developed, which is capable of consulting a teacher in questions related to the techniques of teaching a subject, from the analysis of pupils' academic performance.

The article uncovers the general didactic concepts of developing an ES in educational area on the example of teaching Algebra subject for the 8th grades based on polylingualism. During this research the architecture of the ES has been developed. In addition innovative approaches in analysis and processing of relevant data by the ES have been implemented in the form of a computer application. The model of analyzing pupils' academic performance represented in grades is used as a basis for building an individual educational strategy. The system automatically selects the most optimal academic load for each individual pupil as well as for the entire class. This helps achieving flexibility during developing and realization of the study course.

Due to the fact that some of the responsibilities of the teacher are taken by the ES, the teacher's workload decreases, at the same time increasing the quality of education. The system is capable of analyzing current academic performance of each in-

dividual pupil in real time and depending on the improvement or deterioration in pupil performance it differentiates the load of a particular student for instance by generating individual homework exercises.

**Keywords:** expert systems, education, mathematics.

В современной экономической и социокультурной ситуации все более актуальным становится использование перспективных педагогических технологий обучения, обеспечивающих образовательные потребности каждого ученика. Так, нами была разработана экспертная система (ЭС) на полилингвальной основе, которая благодаря обратной связи с учащимся способна выстраивать его индивидуальную учебную траекторию, а также повысить эффективность учительского труда и консультировать учителя по вопросам, касающимся методики обучения предмету, основываясь на анализе успеваемости учащихся.

Напомним, что эксперт (лат. *expertus* - опытный) – лицо, обладающее специальными познаниями в той или иной области науки, искусства, ремесла и т.п. Имеющий богатый опыт эксперт владеет навыками, которые позволяют ему эффективно решать сложные задачи. Следовательно, ЭС может быть определена как компьютерная программа, предназначенная моделировать способность человека-эксперта решать задачи.

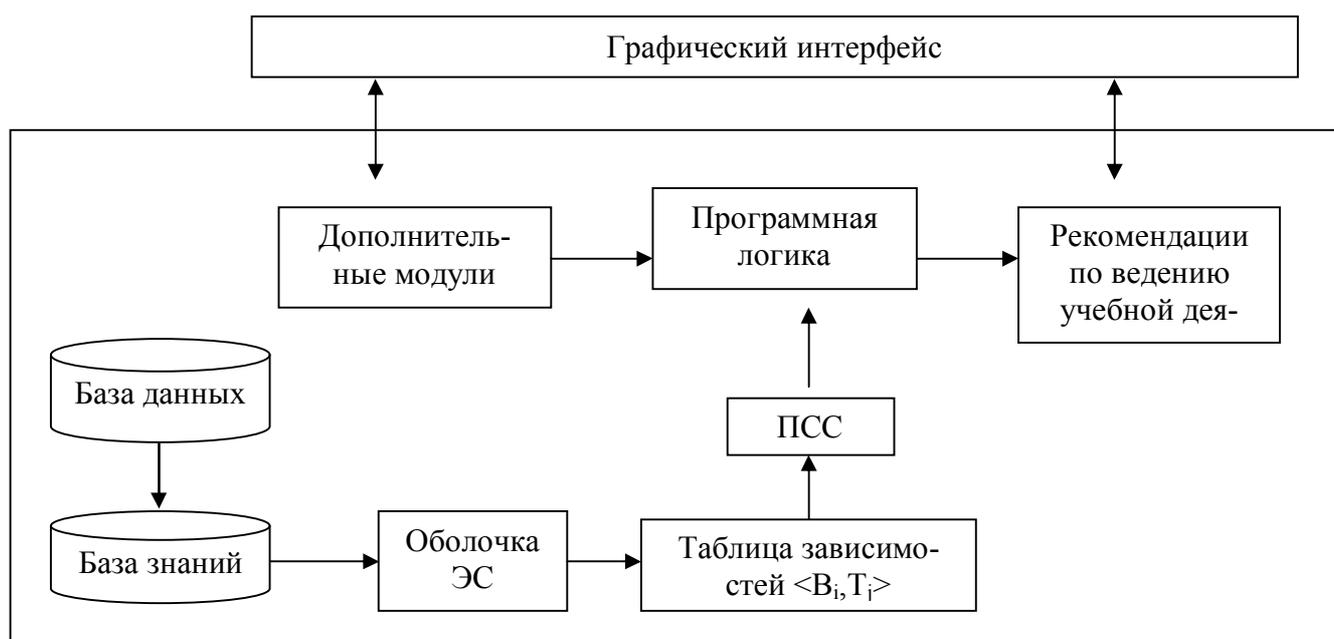
В последние годы исследователи предлагают различные подходы к развитию самообучающихся систем, основывающихся на индивидуальных особенностях учащихся [4][5][3]. Более того, были представлены модели и механизмы для диагностики проблем в обучении учащихся, а также построения индивидуальных учебных планов [6][7][9].

Было доказано, что среди всех существующих моделей Модель понятийно-следственной связи (ПСС) (Concept-EffectRelationship (CER) model) [8], представляющая собой иерархию взаимозависимостей между понятиями и темами в учебном курсе, является наиболее эффективным средством улучшения успеваемости учащихся. Модель ПСС раскрывает систематические процедуры рас-

познавания проблем в обучении учащихся с учетом каждой пройденной темы. Она была успешно применена в определении проблем в обучении учащихся, а также в предоставлении им индивидуальных рекомендаций по некоторым естественнонаучным предметам и математике [6][7][10].

Наша задача заключалась в изучении, выборе и использовании существующих методик обучения математике, а также их адаптация и внедрение в разрабатываемую систему Экспертная система по обучению математике (Эк-СиОМа) на полилингвальной основе.

Архитектура и функционирование системы могут быть описаны следующим образом [1] (Рис. 1).



**Рис. 1.** Архитектура системы "Электронный учитель".

Хотелось бы отметить, что грамотно смоделированный графический интерфейс – ключевой фактор повышения эффективности пользования системой. Для достижения данной цели мы сделали акцент на визуальную схожесть с классным журналом, что позволит учителю легко ориентироваться в данной системе без дополнительного обучения (Рис. 2).

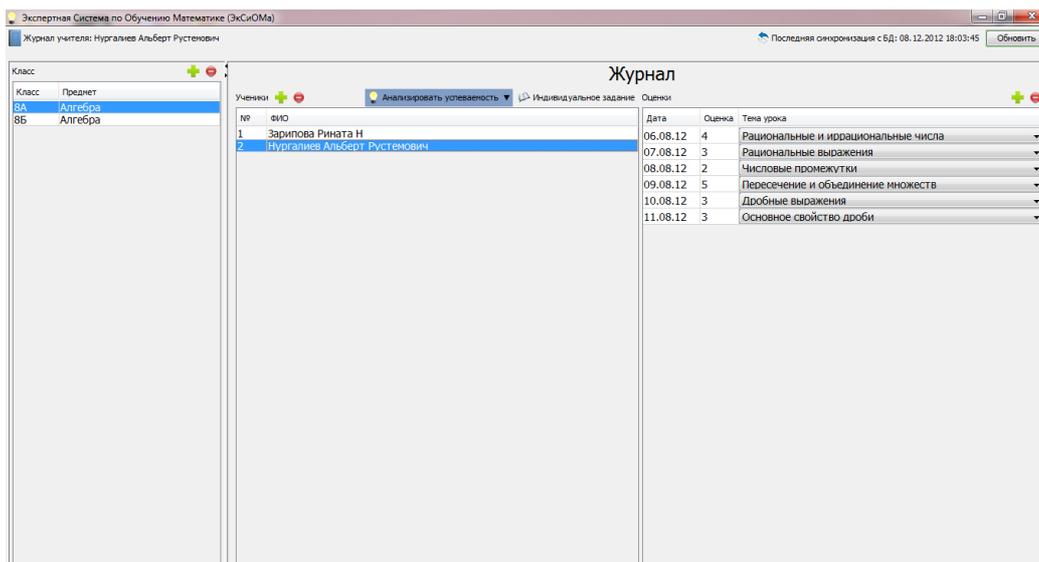


Рис. 2. Основное окно системы ЭкСиОМа.

Так, пользователь-учитель взаимодействует с графическим интерфейсом, где предоставлена такая информация как содержание полного курса предмета, успеваемость учеников, контрольные и домашние задания, и самое главное – рекомендации экспертной системы по организации учебного процесса, генерируемые на основе анализа поступающих данных.

Основой для разработки содержания заданий стали учебник Макарычева «Алгебра. 8 класс» на русском и татарском языках [2]. Нами было выделено 32 ключевые темы, а также подобраны контрольные задания по всему курсу.

Так как система построена на полилингвальной основе, то задания были предложены на трех языках. Например, в контрольной работе № 5 задание 2 имеет следующий вид:

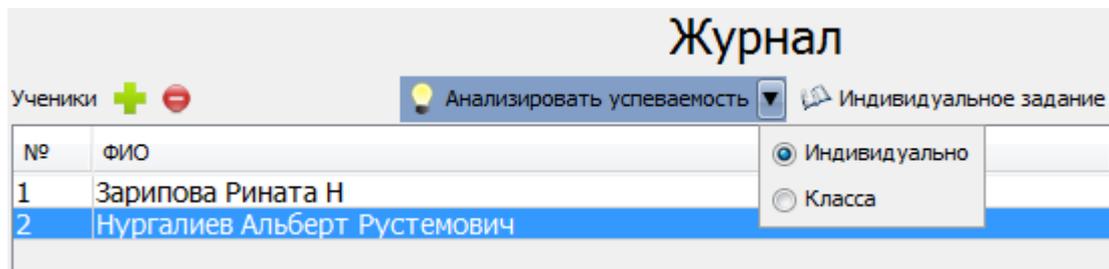
*Периметр прямоугольника 20 см. Найдите его стороны, если известно, что площадь прямоугольника  $24\text{см}^2$ .*

*The perimeter of a rectangle is 20 cm. Find its sides if the area of a rectangle is  $24\text{cm}^2$ .*

*Турынпочмаклыкның периметры 20 см, майданы  $24\text{ см}^2$ . Аның ягларын табыгыз.*

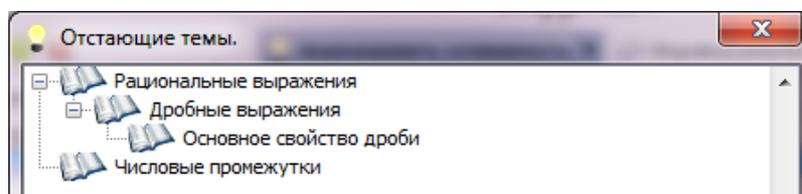
Программная логика осуществляет экспертный анализ и сопоставление всех входящих данных с соответствующими условиями и ожиданиями, запрограммированными в соответствии с принятой адаптированной методики преподавания.

давания математики. На основе анализа система может выявлять возможные пробелы в знаниях как отдельно взятого ученика, так и всего класса (Рис. 3).



**Рис. 3.** Функция анализа успеваемости учащихся.

Результатом анализа в обоих случаях будет построенное дерева проблемных тем, сутью которой является отображение тех тем, которые должны быть закреплены прежде чем переходить в последующим. Например, при условии, что тему «Дробные выражения» нельзя изучить прежде, чем будет изучена тема «Рациональные выражения», нет смысла пытаться ликвидировать отсталость в теме «Дробные выражения», если ученик плохо изучил предыдущую влияющую на нее тему. В случае если отстающие темы независимы друг от друга они будут отображаться отдельно. Список проблемных тем для всего класса составляется путем анализа успеваемости каждого отдельного ученика, с последующим сопоставлением результатов друг с другом. В случае если проблемная тема встречается больше чем у половины класса она включается в список проблемных тем всего класса (Рис. 4).



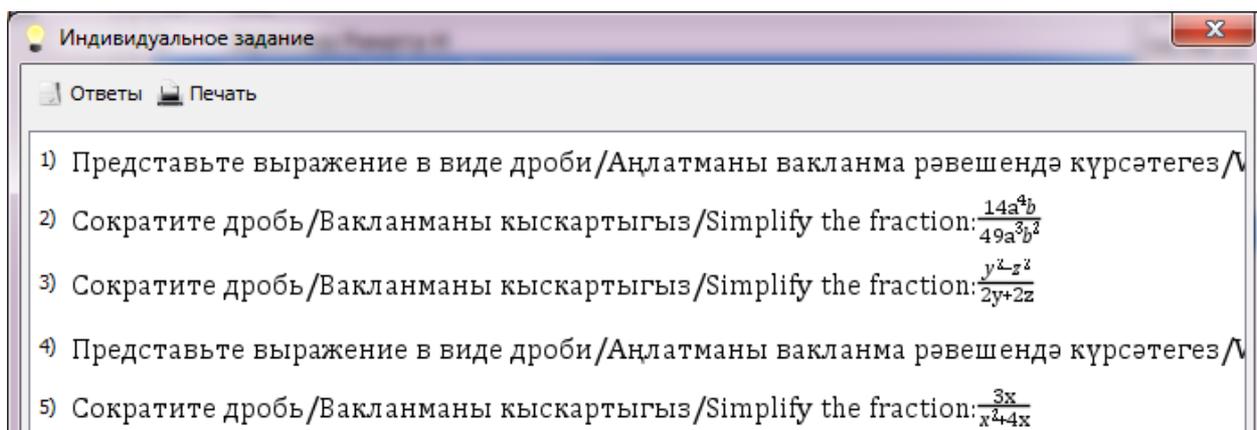
**Рис. 4.** Окно отстающих тем ученика.

Базируясь на сделанных, на основе расчетов выводах, экспертная система указывает на первоисточник проблем в успеваемости ученика, тем самым

позволяя учителю дифференцировать учебную нагрузку и ликвидировать отставание по определенной теме.

Дополнительные модули, подключаемые к системе, расширяют возможности экспертной системы и адаптируют ее под конкретные требования учителя. В текущей версии ЭкСиОМа генерирует индивидуальные задания с уклоном на проблемные темы ученика. Для этого пользователю требуется нажать на кнопку «Индивидуальное задание», после чего будет предложено указать последнюю пройденную тему для того чтобы система не включила задания по не пройденным темам.

Далее система отберет пять наиболее подходящих заданий для ученика. Задания представлены на трех языках. Задания возможно распечатать, можно также посмотреть к ним ответы (Рис. 5).



**Рис. 5.** Окно индивидуальных заданий.

Важнейшие требуемые реализованные функции системы: сбор статистической информации о работе учеников; оценка текущего состояния обучаемого с использованием набора правил высокого уровня; формирование удобного интерфейса, наглядно отображающей результаты диагностики; возможность многопользовательской работы. Промежуточные результаты деятельности подтвердили корректность требований и нацеленность их на улучшение эффективности работы учителя в школе.

Внедрение в учебный процесс ЭС позволяет повысить мотивацию обучения за счет индивидуального и дифференцированного подхода к каждому учащемуся, а главное дает возможность уменьшить трудоемкость работы учителя, высвободить его время для саморазвития и повышения своей профессиональной педагогической компетентности.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Академии наук Республики Татарстан, в качестве победителя конкурса молодых ученых, номинация «ГРАНТ», № 19-23.*

### **Список литературы**

1. Нургалиев А.Р., Салехова Л. Л. О принципах проектирования экспертной системы в области обучения математике // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Математическое образование в школе и вузе в условиях перехода на новые образовательные стандарты". Казань, 2012.
2. Макарычев Ю.Н. Алгебра 8 класс. М.: Просвещение, 2007.
3. Солодовников И. В., Рогозин О. В., Шуруев О. В. Экспертная система оценки эффективности обучения на основе математического аппарата нечеткой логики // Качество инновации образование. Европейский центр по качеству. 2006. № 1.
4. Chou C.-Y., Huang B.-H., Lin C.-J. Complementary machine intelligence and human intelligence in virtual teaching assistant for tutoring program tracing. *Computers & Education.*: Elsevier Ltd. 2011. № 57.
5. Hwang G. J. A conceptual map model for developing intelligent tutoring systems. *Computers & Education.*: Elsevier Ltd. 2003. № 40.
6. Hwang G. J., Tseng J. C. R., Hwang G. H. Diagnosing student learning problems based on historical assessment records. *Innovations in Education and Teaching International.* 2008. № 45.

7. Jong B. S., Chan T. Y., Wu Y. L. Learning log explorer in e-learning diagnosis. *IEEE Transactions on Education*. 2007. № 50.

8. Panjaburee P. et al. A multi-expert approach for developing testing and diagnostic systems based on the concept-effect model. *Computers & Education*.: Elsevier Ltd. 2010. № 55.

9. Patankar M. Rule-based expert system approach to academic advising. *Innovations in Education and Teaching International (IETI)*. 1998. № 35.

10. Tseng S. S. et al. A new approach for constructing the concept map. *Computers & Education*. : Elsevier Ltd. 2007. № 49.

## References

1. Nurgaliev A.R., Salekhova L.L. O printsipah proyektirovaniya e`kspertnoi` sistemy` v oblasti obucheniia matematike [The principles of designing an expert system in teaching mathematics]. *Materialy II Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem "Matematicheskoe obrazovanie v shkole i vuze v usloviyakh perekhoda na novye obrazovatel'nye standarty"* [Proceedings of the 2nd Russian Scientific Conference with International Participation "Mathematical Education at School and University Under Conditions of Transferring to New Educational Standards"]. Kazan, 2012.

2. Makarychev Y.N. *Algebra 8 klass* [Algebra 8<sup>th</sup> grades]. M.: Prosveshchenie, 2007.

3. Solodovnikov I. V., Rogozin O. V., Shuruev O. V. *Kachestvo innovatsii obrazovanie. Evropeyskiy tsentr po kachestvu* [Quality Innovations Education. European Center of Quality], no. 1 (2006).

4. Chou C.-Y., Huang B.-H., Lin C.-J. Complementary machine intelligence and human intelligence in virtual teaching assistant for tutoring program tracing. *Computers & Education*.: Elsevier Ltd. 2011. № 57.

5. Hwang G. J. A conceptual map model for developing intelligent tutoring systems. *Computers & Education*.: Elsevier Ltd. 2003. № 40.

6. Hwang G. J., Tseng J. C. R., Hwang G. H. Diagnosing student learning problems based on historical assessment records. *Innovations in Education and Teaching International*. 2008. № 45.
7. Jong B. S., Chan T. Y., Wu Y. L. Learning log explorer in e-learning diagnosis. *IEEE Transactions on Education*. 2007. № 50.
8. Panjaburee P. et al. A multi-expert approach for developing testing and diagnostic systems based on the concept-effect model. *Computers & Education*.: Elsevier Ltd. 2010. № 55.
9. Patankar M. Rule-based expert system approach to academic advising. *Innovations in Education and Teaching International (IETI)*. 1998. № 35.
10. Tseng S. S. et al. A new approach for constructing the concept map. *Computers & Education*. : Elsevier Ltd. 2007. № 49.

## **ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Нургалиев Альберт Рустемович**, магистр Информатики, аспирант

*Казанский (Приволжский) федеральный университет*

*ул. Кремлевская, д. 18, г. Казань, Республика Татарстан, 420120, Россия*

*e-mail: anr\_corp@mail.ru*

**Зарипова Рината Раисовна**, ассистент кафедры математической лингвистики и информационных систем в филологии Института филологии и искусств К(П)ФУ

*Казанский (Приволжский) федеральный университет*

*ул. Татарстан, д. 2, г. Казань, Республика Татарстан, 420107, Россия*

*e-mail: rinata-z@yandex.ru*

**Хакимуллина Наиля Ильдусовна**, специалист Министерства информатизации и связи Республики Татарстан

*ул. Кремлевская, д. 8, г. Казань, Республика Татарстан, 420111, Россия*

*e-mail: my\_dear07@mail.ru*

## **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Nurgaliev Albert Rustemovich**, Master of Computer Science, Ph.D. student

*Kazan (Volga region) Federal University*

*18, Kremlyevskaya street, Kazan, Tatarstan, 420120, Russia*

*e-mail: anr\_corp@mail.ru*

**Zaripova Rinata Raisovna**, assistant of the Department of Computational Linguistics and Information Systems in Philology of the Institute of Philology and Arts

*Kazan (Volga region) Federal University*

*2, Tatarstan street, Kazan, Tatarstan, 420107, Russia*

*e-mail: rinata-z@yandex.ru*

**Khakimullina Nailya Ildusovna**, specialist of the Ministry of Informatization and Communications of the Republic of Tatarstan

*8, Kremlyevskaya street, Kazan, Tatarstan, 420111, Russia*

*e-mail: my\_dear07@mail.ru*

### **Рецензент:**

**Салехова Л.Л.**, зав. кафедрой математической лингвистики и информационных систем в филологии ИФИ, доктор педагогических наук, профессор, ФГОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»