

Н.В. Даценко, С.А. Горбатенко, В.В. Горбатенко
**АДАПТИВНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КАК
СРЕДСТВО ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ
СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**

*Воронежский государственный университет инженерных технологий
Воронежский государственный институт физической культуры
Воронежский государственный технический университет,
Воронеж, Россия*

В статье предложен один из наиболее эффективных способов реализации дифференцированного подхода при подготовке специалистов в области информационных технологий (ИТ), заключающийся в использовании адаптивной автоматизированной системы обучения. Система позволит хранить большой объем учебной информации, при необходимости осуществлять ее модификацию, а также адаптацию к разным категориям пользователей в зависимости от уровня начальной подготовки, проводить проверку сформированности компетенций и анализ ошибок, допущенных студентами в процессе контрольного тестирования. Информационное обеспечение системы включает реляционную базу данных (БД), которая содержит теоретическую информацию по дисциплине, упражнения и контрольные задания по всем темам, адаптированные к различным категориям студентов, а также таблицу, в которую во время проведения контрольного тестирования вносятся все ошибочные ответы пользователей с целью дальнейшего анализа. Программное обеспечение содержит модуль автоматической классификации пользователей, который на основе метода кластерного анализа на этапе входного контроля позволяет сформировать четыре группы студентов в зависимости от уровня остаточных знаний, полученных в процессе изучения предшествующих дисциплин, соответствующих оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно», с целью проведения дифференциации учебного материала. Программный модуль обучения предназначен для решения задач приобретения новых знаний по ИТ-дисциплинам обучающимися разных групп, использования полученных теоретических знаний при выполнении практических заданий и проверки уровня сформированности компетенций. В том случае, если уровень не достиг базового, модуль анализа ошибок позволяет определить, какие темы дисциплины вызвали наибольшие затруднения у студента с целью прохождения повторного обучения.

Ключевые слова: дифференциация обучения, ИТ-дисциплины, повышение качества подготовки специалистов, адаптивная автоматизированная система, автоматическая классификация, кластерный анализ

Введение

В настоящее время приобретение компетенций в области информационных технологий является необходимым условием подготовки квалифицированных специалистов, что связано с ростом процесса информатизации всех сфер жизни общества. В связи с непрерывными

изменениями в предметной области происходит постоянный рост объема учебного материала ИТ-дисциплин, а также его модификация. Повышение качества подготовки специалистов в области ИТ предполагает необходимость учета индивидуальных особенностей студентов при обучении, а также проведения систематического контроля уровня сформированности компетенций, что является достаточно сложной задачей при большом количестве обучающихся [1,2].

Одним из наиболее эффективных способов решения указанных проблем является использование в процессе подготовки специалистов в области информационных технологий адаптивной автоматизированной системы обучения [1,3,4], позволяющей хранить большой объем учебной информации, осуществлять ее модификацию и адаптацию к разным категориям обучающихся в зависимости от уровня их начальной подготовки, проводить проверку сформированности компетенций и анализ ошибок, допущенных студентами в процессе проверки. Кроме того, предлагается осуществлять автоматическую классификацию обучающихся на этапе входного контроля с целью определения уровня остаточных знаний и умений, полученных студентами в процессе изучения предшествующих дисциплин, для формирования совокупности подгрупп в зависимости от результатов тестирования и соответствующей дифференциации учебного материала.

Информационное обеспечение адаптивной автоматизированной системы обучения ИТ-дисциплинам

База данных адаптивной автоматизированной системы обучения ИТ-дисциплинам содержит большой объем информации предметной области, необходимой для обеспечения учебного процесса [1,5,6]. Для разработки БД предлагается использовать реляционную модель, обладающую большими возможностями манипулирования данными и организации ассоциаций «многие-ко-многим» между сущностями. Кроме того, в связи с широким распространением реляционных систем управления базами данных (СУБД), применение указанной модели упрощает разработку и использование адаптивной автоматизированной системы при подготовке специалистов.

Как указано выше, для обеспечения возможности дифференциации в процессе изучения ИТ-дисциплин необходимо учитывать индивидуальные особенности обучающихся, в частности, уровень их остаточных знаний по обеспечиваемым дисциплинам. В связи с этим в структуру БД системы предлагается включить реляционные таблицы (Рисунок 1), содержащие теоретическую информацию, практические и контрольные задания по всем темам дисциплины, адаптированные к четырем категориям обучающихся (с уровнями остаточных знаний, соответствующими оценкам «отлично»,

«хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»). Реляционная таблица-каталог ошибок предназначена для фиксации ошибочных ответов пользователей в процессе проведения контрольного тестирования по оценке уровня сформированности компетенций в области информационных технологий с целью дальнейшего анализа.

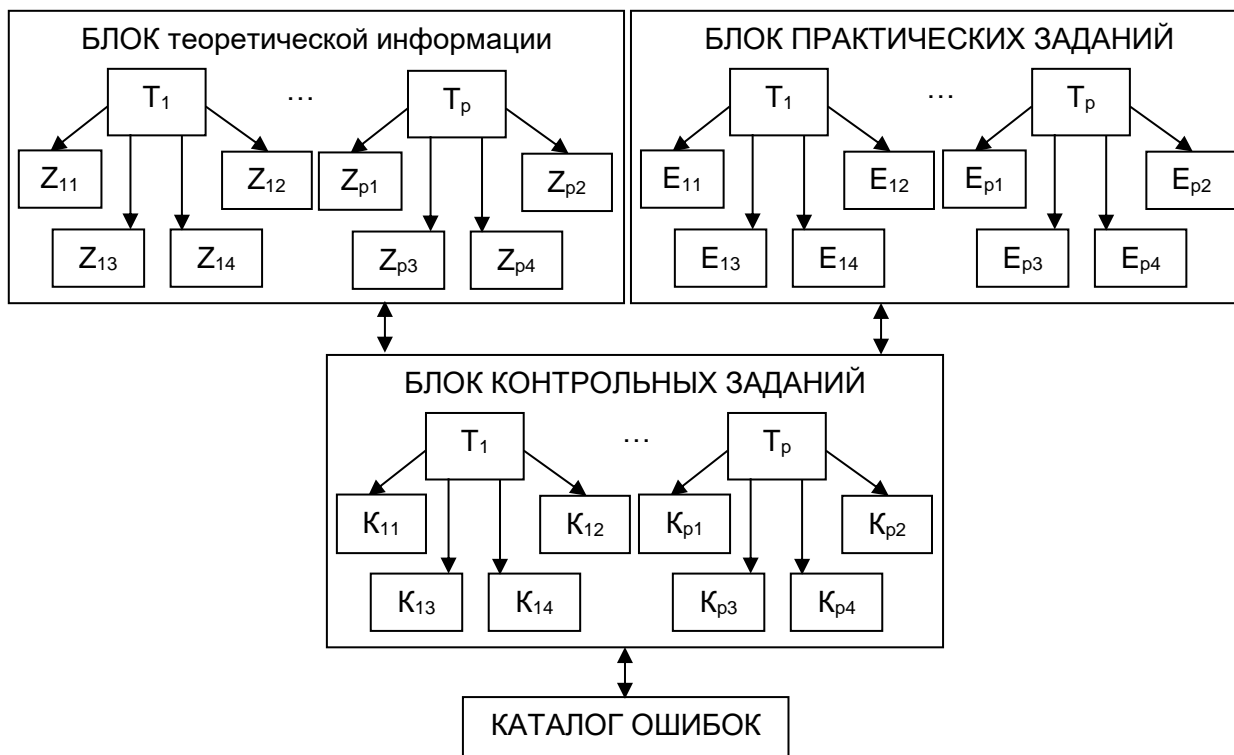


Рисунок 1- Организация информационного обеспечения адаптивной автоматизированной системы обучения ИТ-дисциплинам: T_1, \dots, T_p – темы дисциплины; $Z_{11}, Z_{12}, Z_{13}, Z_{14}, E_{11}, E_{12}, E_{13}, E_{14}, K_{11}, K_{12}, K_{13}, K_{14}, t=1, p$ – реляционные таблицы, содержащие соответственно теоретическую информацию, практические и контрольные задания по t -й теме для пользователей с различными уровнями начальной подготовки

Программное обеспечение адаптивной автоматизированной системы обучения ИТ-дисциплинам

Решение задачи дифференциации процесса обучения ИТ-дисциплинам с целью повышения качества подготовки специалистов может быть осуществлено путем разработки программных модулей автоматической классификации обучающихся с зависимости от уровня начальной подготовки, обучения (теоретического и практического) и анализа ошибок.

На первом этапе работы с системой (входного контроля) предлагается проводить автоматическую классификацию студентов с целью формирования четырех групп в зависимости от уровня остаточных знаний, полученных в процессе изучения предшествующих дисциплин. Для обеспечения возможности всесторонней оценки знаний целесообразно разделить множество заданий входного контроля Q на непересекающиеся подмножества $Q=q_1 \cup q_2 \cup \dots \cup q_n$ в соответствии с n областями знаний (обеспечивающими дисциплинами) и случайным образом производить выборку из подмножеств q_i , $i=\overline{1,n}$ для каждого тестируемого. Множество обучающихся $X=\{x_j\}$, $j=\overline{1,S}$ предлагается разделить на четыре подмножества в соответствии с уровнем остаточных знаний, отвечающих оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно». В качестве классификационных (информативных) признаков множества X предлагается использовать:

- 1) N_i^+ - число правильных ответов обучающегося на вопросы из подмножества q_i ;
- 2) N_i^- - количество ошибочных ответов на вопросы из подмножества q_i ;
- 3) T_i - время, затраченное на прохождения теста q_i .

Таким образом, множество обучающихся X отображается в множество \overline{Y} - систему векторов информативных признаков:

$$X \rightarrow \overline{Y}, \overline{Y}=\{\overline{y}_j\}, x_j \rightarrow \overline{y}_j, \overline{y}_j=\{N_i^+; N_i^-; T_i\}, j=\overline{1,S}, i=\overline{1,n}.$$

Как известно, наличие обучающих выборок и априорных сведений об исследуемой генеральной совокупности являются определяющими факторами при выборе метода классификации [7]. При этом спецификой предметной области является отсутствие прецедентов, то есть обучающихся, классификация которых в зависимости от значений элементов вектора \overline{y}_j , известна, а также априорной информации о законе распределения этого вектора.

Учитывая вышеизложенное, решение задачи классификации обучающихся на этапе входного контроля знаний целесообразно осуществить с использованием методов кластерного анализа [8], которые предполагают введение понятий расстояния между объектами (обучающимися), меры близости объектов, расстояния между классами и меры близости классов, поскольку принцип работы таких алгоритмов

состоит в последовательном объединении наиболее «близких» объектов, а затем – классов, пока не будет получено необходимое количество кластеров.

Поскольку информативные признаки имеют одинаковую значимость для классификации, при определении расстояния ρ_{obj} между двумя объектами x_a и x_b в признаковом пространстве целесообразно использовать следующую метрику [7,8]:

$$\rho_{obj}(x_a, x_b) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n (V_a^{i,k} - V_b^{i,k})^2},$$

где $V_a^{i,k}$, $V_b^{i,k}$ - значение k -го признака из подмножества q_i для a -го и b -го обучающегося соответственно.

На следующем этапе осуществляется последовательное объединение групп, находящихся на наименьшем расстоянии друг от друга до тех пор, пока количество кластеров не достигнет значения, равного четырем. Расстояние между кластерами ρ_{cl} предлагается определять как среднее арифметическое всех возможных попарных расстояний между объектами [8,9]:

$$\rho_{cl}(Clast_d, Clast_f) = \frac{1}{num_d \cdot num_f} \sum_{x_a \in Clast_d} \sum_{x_b \in Clast_f} \rho_{obj}(x_a, x_b),$$

где $Clast_d, Clast_f$ - d -й и f -й кластеры; num_d, num_f - количество обучающихся в соответствующих кластерах.

После прохождения тестирования во время работы с адаптивной автоматизированной системой в режиме обучения к программному модулю обучения подключаются таблицы базы данных, содержащие теоретическую информацию, практические и контрольные задания соответствующей степени сложности в зависимости принадлежности студента к той или иной группе.

Теоретическое и практическое обучение по каждой из тем дисциплины завершается контрольным тестированием, которое позволяет оценить уровень сформированности компетенций у обучающегося. Результат выполнения теста оценивается отношением суммы верных ответов с учетом их весовых коэффициентов к максимально возможной и используется в качестве критерия перехода к изучению следующей темы. При получении неудовлетворительной оценки проводится анализ данных каталога ошибок и пользователю предлагается пройти повторное обучение по темам дисциплины, вызвавшим затруднения [1].

Программная реализация адаптивной автоматизированной системы обучения ИТ-дисциплинам

Программную реализацию адаптивной автоматизированной системы предлагается осуществить с использованием клиент-серверной технологии, позволяющей устранить необходимость дублирования кода на всех рабочих станциях, снизить требования к техническому обеспечению клиентов, поскольку все необходимые операции выполняются на сервере, эффективно организовать защиту информации, а также контроль процесса выполнения заданий пользователями. С целью обеспечения возможности использования системы для внеаудиторной самостоятельной работы студентов предлагается спроектировать ее в виде кроссплатформенного web-приложения.

На первом этапе разработки web-приложения возникает задача выбора HTTP-сервера. Наиболее целесообразным в настоящее время является использование для этих целей свободно распространяемого межплатформенного ApacheHTTP-сервера, поддерживающего такие операционные системы, как Linux, BSD, MacOS, MicrosoftWindows, NovelNetWare, BeOS. Кроме того, к преимуществам Apache относятся высокая надежность сервера, гибкость конфигурации, возможность подключения внешних модулей для предоставления данных, обработки информации с помощью СУБД, модификации сообщений об ошибках и т.д. Для создания физической модели БД адаптивной автоматизированной системы обучения ИТ-дисциплинам предлагается использовать СУБД MySQL, распространяемую по лицензии GNU GPL, которая позволяет обрабатывать большие объемы данных, обеспечивает высокую производительность системы за счет упрощения некоторых используемых в ней стандартов, обладает большим количеством плагинов и вспомогательных приложений, а также множеством встроенных функций безопасности, функционирующих по умолчанию.

Заключение

Использование предлагаемых подходов при разработке адаптивной автоматизированной системы обучения ИТ-дисциплинам позволяет хранить большой объем учебной информации, при необходимости осуществлять ее модификацию, а также адаптацию к разным категориям пользователей в зависимости от уровня их начальных знаний и умений, проводить проверку сформированности компетенций и анализ ошибок, допущенных студентами в процессе контроля. Программная реализация в виде web-приложения обеспечивает возможность доступа студентов к системе не только в процессе учебных занятий, но и во время внеаудиторной самостоятельной работы. Таким образом, применение адаптивной автоматизированной

системы позволяет повысить качество подготовки специалистов в области информационных технологий за счет автоматизации и дифференциации процесса обучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбатенко С.А. Применение адаптивной автоматизированной системы обучения гуманитарным дисциплинам для повышения качества подготовки специалистов / С.А. Горбатенко, Н.В. Даценко // Территория науки. – 2016. – № 4. – С. 33-38.
2. Горбатенко С.А. Автоматизированная система обучения гуманитарным дисциплинам для повышения качества подготовки специалистов / С.А. Горбатенко, Н.В. Даценко // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2011. – № 10. – С. 35-39.
3. Даценко Н.В. Применение автоматизированной консультативной системы для дифференциации обучения дисциплине «Судебная медицина» / Н.В. Даценко // Охрана, безопасность и связь. – 2016. – № 1-2. – С. 178-181.
4. Даценко Н.В. Использование автоматизированной системы для повышения качества подготовки специалистов гуманитарного профиля / Н.В. Даценко // Процессы информационного обмена в деятельности правоохранительных органов: современное состояние и перспективы совершенствования. Сборник научных статей. Под редакцией Л.Д. Матросовой [и др.]. – Орел, 2015. – С. 46-48.
5. Даценко Н.В. Разработка информационного обеспечения автоматизированной системы обучения дисциплине «Информатика» / Н.В. Даценко // Общественная безопасность, законность и правопорядок в III тысячелетии. 2018.– №4-2. – С. 28-31.
6. Горбатенко С.А. Представление знаний в проблемно-зависимой информационной базе гуманитарной экспертной системы / С.А. Горбатенко, Н.В. Даценко // Вестник Воронежского института МВД России. 2007.– №1. – С. 137-140.
7. Айвазян С.А. Классификация многомерных наблюдений. – М.: Статистика, 1974. – 240 с.
8. Мандель И.Д. Кластерный анализ. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 176 с.

9. Даценко Н.В. Классификация задач судебно-медицинской травматологии по неоднородным признакам с использованием методов кластерного анализа / Н.В. Даценко // Охрана, безопасность, связь. –2017. – № 1-2. – С. 149-155.

N.V. Datsenko, S.A. Gorbatenko, V.V. Gorbatenko
**ADAPTIVE AUTOMATED SYSTEM AS A TRAINING
DIFFERENTIATION MEANS IN THE INFORMATION TECHNOLOGY
SPECIALISTS EDUCATION PROCESS**

*Voronezh State University of Engineering Technologies
Voronezh State Institute of Physical Culture
Voronezh State Technical University*

One of the most effective ways to implement a differentiated approach in the information technology (IT) specialists training which consists in the adaptive automated learning system use is proposed in the article. The system will allow to store a large amount of educational information, to modify it if necessary, to adapt it to different categories of users in accordance with their level of initial training, to check the formation of competencies and analysis of mistakes made by students in the control testing process. The system dataware includes a relational database (DB), which contains theoretical information of the discipline, exercises and control tasks on all topics, adapted to different categories of students, as well as a table in which all erroneous answers of users are entered during the control testing for further analysis. The software contains the users automatic classification module which is based on the cluster analysis method and allows at the input control stage to form four groups of students depending on the level of residual knowledge obtained in the previous disciplines study, corresponding to the marks as "excellent", "good", "satisfactory" and "unsatisfactory", in order to differentiate the educational material. The training program module is designed to solve the problems of new knowledge acquiring by students of different groups, using the theoretical knowledge obtained in the practical tasks implementation and checking the competence formation level. In the event that the level has not reached the baseline, the error analysis module allows to determine which discipline subjects have caused the greatest difficulties for the student to re-study.

Keywords: training differentiation, IT disciplines, improving the training quality, adaptive automated system, automatic classification, cluster analysis

REFERENCES

1. Gorbatenko S.A. The Humanities teaching adaptive automated system use to improve the training quality / S. A. Gorbatenko, N. V. Datsenko // Territory of science. – 2016. – № 4. – P. 33-38.
2. Gorbatenko S.A. Automated system of humanities teaching to improve the training quality / S.A. Gorbatenko, N.V. Datsenko // Bulletin of computer and information technologies. – 2011. – № 10. – P. 35-39.

3. Datsenko N.V. Application of the automated advisory system for Forensic medicine teaching differentiation / N.V. Datsenko // Security, safety and communication. – 2016. – №1-2. – P. 178-181.
4. Datsenko N.V. The automated system use to improve specialists training quality in the Humanities / N.V. Datsenko // Processes of information exchange in the activities of law enforcement: the current state and prospects for improving. Scientific articles collection. Edited by L. D. Matrosova [et al.]. – Orel, 2015. – P. 46-48.
5. Datsenko N.V. The informatics teaching automated system dataware development / N.V. Datsenko // Public security, law and order in the III Millennium. 2018. – № 4-2. – P. 28-31.
6. Gorbatenko S.A. Knowledge representation in the humanitarian expert system problem-dependent information base / S.A. Gorbatenko, N.V. Datsenko // Bulletin of the Voronezh Institute of the interior Ministry. 2007. – № 1. – P. 137-140.
7. Ayvazian S.A. Classification of multidimensional observations. –Moscow: Statistics, 1974. – 240 p.
8. Mandel I.D. Cluster analysis. – Moscow: Finance and statistics, 1988. – 176 p.
9. Datsenko N.V. Forensic medical traumatology problems classification on the base of the heterogeneous characteristics using the cluster analysis methods / N.V. Datsenko // Protection, security and communications. - 2017. – № 1-2. – P. 149-155.