

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДДЕРЖКИ ОЦЕНИВАНИЯ ОТВЕТОВ ДЛЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Пищухина О.А.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Сформирована информационная технология для оценивания результатов ответов обучающегося с помощью современных компьютерных средств, а именно – с использованием интеллектуальных систем электронного обучения. Технология создана на основании разработанных моделей и алгоритмов поиска ошибок в ответах обучающегося и частичного определения причин их возникновения. Особенностью технологии является формирование продукционной модели представления знаний об ошибках для формирования рекомендаций по их устранению и использование дихотомического алгоритма в процессе поиска ошибок. С помощью технологии осуществляется поэтапный контроль процесса обучения, определение места возникновения ошибок, в отдельных случаях – распознавание причин их возникновения и формирование рекомендаций по их устранению. Проведено тестирование разработанной технологии поддержки оценивания с использованием компьютерной оболочки системы электронного обучения.

**Ключевые слова:** информационная технология, система электронного обучения, продукционная модель представления знаний, компьютерные средства.

**Введение.** Сокращение часов аудиторной нагрузки и увеличение объемов самостоятельной работы студентов представляет собой одну из особенностей процесса обучения в современном вузе, ориентированном на западные стандарты образования. Основную сложность для студентов технических и информационных специальностей вызывает усвоение постоянно растущего объема информации и расширения круга задач, умение решать которые необходимо для обеспечения компетентности и конкурентоспособности выпускников вузов на современном рынке труда. Вместе с тем, следует учитывать ментальные отличия украинских студентов, связанные со слабой мотивацией и/или неумением работать самостоятельно, что способствует недостаточному усвоению учебного материала, и как следствие, снижению общего образовательного уровня. Необходимо отметить также недостаточную подготовку учащихся средних школ по базовым техническим дисциплинам для эффективного обучения в высших учебных заведениях.

Эффективным путем разрешения данного противоречия, связанного с необходимостью активного обучения студентов, ограничением энергетических ресурсов преподавателя, фиксированным количеством часов практических и лабораторных занятий согласно разработанным учебным и рабочим программам вузов, является использование компьютерных средств для организации самостоятельной работы студентов, а именно – интеллектуальных обучающих систем [1, с. 118].

Характерной чертой обучения студентов технических вузов является необходимость формирования у них конкретных навыков и умений, направленных на практическое решение формализованных примеров и задач. Эта особенность накладывает специфические требования к структуре и наполнению интеллектуальной обучающей системы, связанные с многократным повторением и решением предложенных задач, и требует включения в ее состав следующих итерационных блоков [2, с. 107]: 1) информационного блока, содержащего конкретные рекомендации по способам решения задач; 2) блока примеров, где студент частично участвует в процессе их решения; 3) блока контроля, предлагающего выбор уровня сложности тестовых примеров и задач, и реализующего оценивание студента в результате их решения; 4) блока оценивания и рекомендаций, реализующего обратную связь учебного процесса.

**Постановка проблемы.** В результате проведенного анализа существующих разработок компьютерных обучающих программ в сфере технического образования было выявлено, что именно реализация процесса оценивания результатов обучаемых представляет собой наибольшую трудность при разработке компьютерных систем обучения, т.к. в эту связь необходимо включить большое количество критериев оценивания знаний и определения причин возникновения ошибки, чаще всего слабоформализуемых [2, с. 108]. Вместе с тем, предложенные критерии не всегда в полной мере отражают сущность и функции оценивания, реализуемого преподавателем; также в изученных разработках не учтены особенности и специфика оценивания при изучении технических/информационных дисциплин (большое количество формализованных конструкций, сложность расчетов и т.д.). Таким образом, задача формирования информационной технологии для оценивания в интеллектуальных обучающих системах, являющейся адекватной процессу обучения и включающей в себя последовательное определение возникновения места ошибок, уровня усвоения изучаемого материала и формирование рекомендаций для их исправления на основании полученных знаний о сделанных ошибках, представляет собой актуальную научно-практическую задачу.

**Решение проблемы.** При изучении сущности процесса оценивания были выявлены его основные составляющие, реализуемые преподавателем: функция поиска места ошибки в случае неверного ответа студента, функция определения веса сделанной ошибки, рекомендательная функция повторного изучения материала по результатам определяемого места ошибки, определение уровня знаний обучаемого. Функция поиска места ошибки и определение соответствия между местом ее возникновения и рекомендацией, предлагаемой системой электронного обучения, объединены в блок диагностирования ошибок.

Блок диагностирования выполняет обнаружение ошибки при решении практических задач по разветвляющемуся дихотомическому алгоритму: обнаружение факта ошибки при несовпадении результата решения с эталонным заданным значением, далее – обнаружение места ошибки на каком-либо этапе решения задачи, определение класса ошибки, т.е. ее принадлежность к лекционной теме или типу решаемых задач, затем – диагностирование «пробела» в знаниях и рекомендации по улучшению

полученного результата, например, – изучить теоретический материал (с указанием тем или глав), повторить алгоритм решения предложенных задач, перейти к решению задач более простого уровня и т.д. (рис. 1).

Для оценивания уровня знаний в интеллектуальной системе электронного обучения предлагается учитывать не только знание алгоритма решения и способность применить его к предлагаемой задаче, но также рассматривать все множество допущенных ошибок и степень их влияния на результат, с целью устранения субъективности закладываемых параметров оценки.

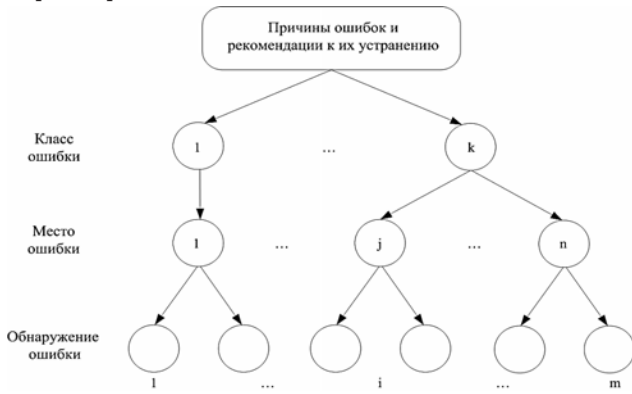


Рис. 1. Схема поиска ошибок

Источник: разработано автором по данным [2]

Множество ошибок, допускаемых студентами в процессе решения задач, предложено декомпозировать на следующие подмножества (признак классификации – уровень ошибки): комплексные или системные ошибки – подмножество {A}, грубые ошибки – подмножество {B}, исправимые ошибки – подмножество {C}. Каждое из этих подмножеств содержит определенные виды ошибок, выявленные в процессе педагогической деятельности, и каждому виду ошибки присвоен свой вес в зависимости от влияния этой ошибки на исход решения; значения весов сведены в матрицу P размерностью (n×1) [2, с. 108].

Например, системные ошибки, связанные с непониманием метода или неверного применения способа решения имеют наибольший вес (1-2 балла), грубые ошибки, связанные, например, с неправильной подстановкой коэффициентов имеют вес 0.5-1 балла, исправимые ошибки, такие как ошибки в расчетах или ошибки из-за невнимательности имеют минимальный вес 0.1-0.2 балла. Для того, чтобы предоставить обучаемому повысить оценку и самостоятельно устранить допущенные ошибки введены параметры, отражающие способ исправления ошибки, которым также присваивается вес, имеющий отрицательное значение и уменьшающий баллы матрицы P; значение весов исправления ошибки сведено в матрицу весов исправления ошибок Q размерностью (n×n). Среди способов исправления выделены 3 основные группы: самостоятельное исправление (после информации о том, что она допущена), устранение ошибки после рекомендации с указанием ее места, устранение ошибки системой электронного обучения после нескольких неудачных попыток обучаемого.

Для формализации оценивания предлагается использовать критерий максимизации разности между ожидаемым результатом (высший балл по соответствующей шкале) S и полученными штрафными баллами за допущенные ошибки R, а также показатель ошибок, определяющий степень влияния допущенных ошибок на результат решения H (сумма

элементов матрицы H представляет собой штрафные баллы R):  $K=(S-R) \rightarrow \max$ ;  $H=P \times Q$  [2, с. 109].

Один из алгоритмов определения возникновения ошибок в ответах обучаемых, сформированный в виде дихотомического дерева, был реализован при решении характеристических уравнений методом Лобачевского-Греффе-Данделена (рис. 2) [3, с. 61]. Данное дихотомическое дерево получено для характеристического уравнения второго порядка с комплексно-сопряженными корнями, где  $\alpha$  – действительная часть,  $\beta$  – мнимая. При построении бинарного дерева использовался алгоритм поиска ошибок «снизу-вверх», поэтому анализ возможных ошибок начинается с определения адекватности мнимой и действительной частей корней характеристического уравнения правильному решению и заканчивается проверкой правильности начальных коэффициентов квадрирования.

В рассмотренном дихотомическом дереве учетные ошибки, которые могут возникнуть в результате недостаточных навыков работы с предлагаемым методом, а также ошибки, связанные с возможными пробелами в знаниях элементарной математики у обучаемого. К ошибкам, возникающим в результате недостаточной ориентации в методе Лобачевского-Греффе-Данделена, относятся ошибки, связанные с введением неправильных коэффициентов квадрирования, с недостаточным количеством итераций, а также ошибки, допущенные при определении модуля комплексных корней.

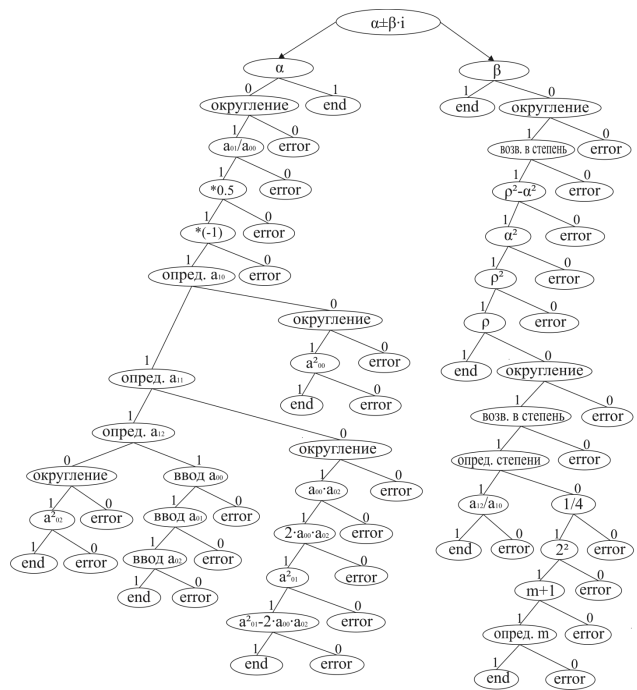


Рис. 2. Дихотомическое дерево поиска ошибок

Источник: [3]

К ошибкам второго вида можно отнести ошибки, которые возникают при следующих математических операциях: округление, возведение в степень, умножение, деление, суммирование, вычитание. При повышении порядка уравнения возникает большее количество ошибок в его решении, а, следовательно, мощность дихотомического дерева значительно увеличивается. Особенность модели поиска ошибок и алгоритма их поиска, сформированного в виде дихотомического дерева, состоит в пошаговом контроле усвоения информации, формировании сообщения о неправильном прохождении опреде-

ленного этапа алгоритма сразу после допущенной ошибки, что более эффективно и целесообразно с педагогической точки зрения, а также помогает обучаемому самостоятельно устранить ошибку и понять причины ее возникновения.

Сформированный алгоритм диагностирования реализован в виде компьютерной оболочки, отражающей итерационную особенность нахождения корней характеристического уравнения данным методом и учитывающей возможные варианты их существования. Результаты тестирования предложенной технологии оценивания уровня знаний с использованием компьютерной оболочки системы электронного обучения показали ее адекватность реальному процессу оценивания с достаточной степенью точности совпадения выставленным оценкам преподавателя [3, с. 62]. Дальнейший этап исследований представляет собой усовершенствование технологии оценивания ответов обучаемых с учетом выявленных недостатков и ее использование в системах электронного обучения на основании разработанных пользовательских и функциональных требований к ее наполнению [4, с. 136], [5, с. 63].

**Заключение.** С использованием предлагаемой технологии поддерживается наиболее значимая часть процесса обучения, реализуемого в системе электронного обучения – его поэтапный контроль, оценивание знаний обучаемых, определение места возникновения ошибок, в отдельных случаях распознавание причины их возникновения и формирование рекомендаций по их устранению и улучшению результатов обучения.

Особенностью предложенной технологии является возможность учитывать не только количество ошибок при оценивании сформированных умений, а также степень их влияния на результат и качество помощи системы электронного обучения, оказанной при исправлении допущенных ошибок, что более полно и точно отражает обратную связь учебного процесса, связанную с оцениванием обучающихся. Вместе с тем, реализация достаточно сложной процедуры определения причин возникновения ошибок требует систематической доработки сформированных компьютерных модулей с целью повышения эффективности использования интеллектуальной системы электронного обучения.

### Список литературы:

1. Пищухина О. А. Интеллектуальные обучающие системы в сфере технического образования // Інформаційні комп'ютерні технології в машинобудуванні. – Харків: Нац. аерокосм. ун-тет. – 2010. – С. 118.
2. Пищухина О. А., Клочок А. Ю. Подход к формированию обратной связи в интеллектуальных обучающих системах в сфере высшего технического образования. – Радіоелектроніка, інформатика, управління. – Запоріжжя: ЗНТУ. – 2011. – № 2(25). – С. 107-110.
3. Кулик А. С., Пищухина О. А., Клочок А. Ю. Модели и алгоритмы поиска ошибок при решении задач с использованием компьютерных средств обучения. – Радіоелектроніка, інформатика, управління.- Запоріжжя:ЗНТУ. – 2012. – № 1(26). – С. 59-63.
4. Pishchukhina O. A. Analytical support of requirements development for intelligent e-learning systems – Радіоелектроніка, інформатика, управління. – Запоріжжя: ЗНТУ. – 2013. – № 2(29). – С. 136-139.
5. Пищухина О. А. Моделирование требований для интеллектуальных компьютерных систем обучения // 18 Международный молодежный форум «Радиоэлектроника и молодежь в 21 веке». – Харьков: ХНУРЭ. – 2014. – Т. 9. – С. 62-63.

**Пищухина О.О.**

Харківський національний університет радіоелектроніки

## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДТРИМКИ ОЦІНЮВАННЯ ВІДПОВІДЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ

### Анотація

Сформовано інформаційну технологію для оцінювання результатів відповідей осіб, що навчаються, за допомогою сучасних комп'ютерних засобів, а саме – з використанням інтелектуальних систем електронного навчання. Технологію створено за розробленими моделями та алгоритмами пошуку помилок особи, що навчається, та часткового визначення причин їхнього виникнення. Особливістю технології є формування продукційної моделі представлення знань про помилки при формуванні рекомендацій щодо їх усунення і використання дихотомічного алгоритму в процесі пошуку помилок. За допомогою технології здійснюється поетапний контроль процесу навчання, визначення місця виникнення помилок, в окремих випадках – розпізнавання причин їх виникнення і формування рекомендацій з їх усунення. Проведено тестування розробленої технології підтримки оцінювання з використанням комп'ютерної оболонки системи електронного навчання.

**Ключові слова:** інформаційна технологія, система електронного навчання, продукційна модель представлення знань, комп'ютерні засоби.

**Pishchukhina O.A.**

Kharkiv National University of Radioelectronics

## **INFORMATION TECHNOLOGY OF ANSWER ESTIMATION SUPPORT FOR E-LEARNING SYSTEMS**

### **Summary**

Information technology to assess the answers of learners with the help of complex computer tools (namely, intelligent e-learning systems) is formed. The technology is created on the basis of the developed models and algorithms for finding mistakes in learner's answers and partially determined causes of their occurrence. The distinctive feature of the technology is forming of the productive knowledge base of made mistakes to give the recommendation about their elimination and using dichotomous algorithm for finding mistakes. With the offered technology «step by step» control of the learning process is realized as well as detecting the location of the mistakes and, in some cases, recognition of their causes and the development of recommendations for their elimination. Testing of the developed technology supporting evaluation process was made by using computer module of e-learning system.

**Keywords:** information technology, e-learning system, productive knowledge base, computer tools.