

На правах рукописи



Погуда Алексей Андреевич

**МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ
УЧАЩИХСЯ ПО ГУМАНИТАРНЫМ
ДИСЦИПЛИНАМ**

Специальность 05.13.10

Управление в социальных и экономических системах

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Томск – 2016

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. В настоящее время, в вузах обеспечить учебный процесс без использования информационных технологий довольно сложно. В процессе обучения студентов различных направлений (технических, гуманитарных и естественнонаучных) и форм обучения (очная, заочная, вечерняя и др.), важной задачей является контроль знаний студентов. В настоящее время эта задача, как правило, решается с помощью тестирования.

В диссертационной работе рассматривается актуальная научная проблема создания методов и алгоритмов тестирования знаний учащихся по гуманитарным дисциплинам, а так же создания автоматизированных систем тестирования знаний.

Для технических специальностей существует множество алгоритмов проверки знаний студентов, так как здесь решение сводится к конкретному уравнению или аксиоме. Для гуманитарных дисциплин проблема тестирования стоит особо остро, так как ответить на тот или иной вопрос, можно совершенно по-разному. Поэтому разработка моделей и алгоритмов для автоматизированных средств проверки знаний является актуальной задачей.

Степень разработанности проблемы. Первые документальные свидетельства систематического исследования знаний были зафиксированы в 4 веке до н.э. в работах Пифагора, Сократа и Платона. Вопросами разработки методик и подходов к тестированию знаний посвящены работы: В.С. Аванесова, А.Н. Майорова, С.Г. Геллерштейна, П.П. Блонского, А.П. Болтунова, О.И. Малкиной, Ю.Д. Апресяна, И.А. Мельчука, О.В. Марухиной, В.Б. Моисеева, Л.Г. Пятирублевого, К.Р. Таранцевой, Е.В. Молниной, О.Г. Берестневой, М.В. Веретенника, Д.С. Карпенко и О.М. Карпенко, Е.Н. Шлихуновой, Д.В. Люсина, В.М. Кадневского, И.Я. Лернера, А.Н. Стась, Х. Бродена и др.

Анализу и разработки алгоритмов обработки текстовой информации посвящены работы У. Манбера, А. Бродера, Т. Кохонена., В.И. Левенштейна, Р. Каллана, А. Пегата.

Во многих университетах разрабатывают алгоритмы и модели для тестирования знаний: РосНИИ ИИ (Россия), Harvard-MIT Division of Health Sciences and Technology (США), Stanford School of Engineering (США), Cambridge University (Великобритания), University of Oxford (США), Johns Hopkins University (США), University of California (США), Carnegie Mellon University (США), Московский физико-технический институт, АБВУУ (Россия), НИУ ИТМО (Россия),

Институт образования ЮНЕСКО (Германия), Международный центр педагогических исследований (Париж), Национальный институт педагогических измерений СИТО (Нидерланды), МПГУ (Россия), но большинство из них ориентированы на технические дисциплины.

В связи со сложностью реализации алгоритмов и моделей семантического анализа текста, в гуманитарных дисциплинах они применяются редко. Среди российских разработок можно выделить модель "Смысл \Leftrightarrow Текст" И.А. Мельчука, Ю.Д. Апресяна и А.К. Жолковского, которая была разработана в СССР в 60-70-е годы XX в. Данная модель опирается на понимание естественного языка как механизма, преобразующего заданные смыслы в соответствующие им тексты и заданные тексты – в соответствующие им смыслы. Существует не много алгоритмов, которые способны приблизиться к решению поставленной задачи. Среди них можно выделить: алгоритм поиска расстояния Дамерау-Левенштейна, алгоритм шинглов, алгоритм разбиения входной информации на триграммы, алгоритмы кластеризации информации. Однако, эти алгоритмы не позволяют в полной мере решить задачу тестирования знаний по гуманитарным дисциплинам.

Целью диссертационной работы является разработка алгоритмов, нетрадиционных моделей тестирования и программного обеспечения для проверки знаний и навыков студентов по гуманитарным дисциплинам.

Для достижения поставленной цели были решены следующие **задачи**:

- 1) выявлены общие подходы, методы и модели систем тестирования;
- 2) проанализированы современные системы тестирования и выдвинуты основные требования к ним;
- 3) обоснована целесообразность автоматизации процесса тестирования знаний;
- 4) разработан алгоритм аттестации студента;
- 5) разработан уникальный алгоритм и модели проверки знаний для универсальной автоматизированной проверки знаний студентов;
- 6) разработана система тестирования, позволяющая проводить тестирование знаний студентов по гуманитарным дисциплинам.

Объект исследования – автоматизированный контроль знаний учащихся.

Предмет исследования – методы и модели тестирования знаний в современной системе образования.

Методы исследования. Реализация сформулированной цели и задач осуществлялась с помощью семантического анализа информации, использования аппарата нейронных сетей и методов педагогической квалиметрии. Для реализации программного обеспечения использовались: система программирования Borland C++ Builder 6, система управления базами данных MySQL, драйвер программного интерфейса доступа к базам данных MySQL Connector ODBC и C++, кросс-платформенный инструментарий разработки программного обеспечения Qt.

Эмпирическую базу исследования составили контрольные работы, бумажные и компьютерные тесты студентов Национального исследовательского Томского государственного университета, Томского индустриального техникума, МАОУ СОШ № 34 г. Томска и Томского техникума информационных технологий.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- Алгоритм анализа ответов NeuroLD, основанный на расчете взвешенного расстояния Левенштейна и нейронных сетей Кохонена. Алгоритм отличается от известных способностью классифицировать текст или предложения по смысловому значению.
- Модель тестирования, основанная на методе уточнения результата ответа, отличающаяся от существующих тем, что она позволяет объективно оценить знания тестируемых за счет учета частичных ответов.
- Модель тестирования знаний, основанная на методе коррекции ошибок, отличающаяся от существующих тем, что она объединяет в себе закрытые и открытые типы заданий и позволяет испытуемому выбрать ответ из предложенных или дать ответ в свободной форме.

Практическая значимость диссертационной работы. Предложенные автором алгоритмы обработки и анализа текстовой информации и методы тестирования обеспечивают эффективное оценивание знаний студентов. Выявленные требования к системам тестирования и составлению вопросов и ответов, позволяют создавать уникальные системы тестирования, ориентированные не только на гуманитарные, но и на естественно-научные тексты. На основе разработанных методов и алгоритмов создана система тестирования

«НейроТест» для вопросов, ответы на которые необходимо давать в развернутом виде.

Разработанное программное обеспечение может быть рекомендовано, как для студентов очного/заочного образования, так и для центров дистанционного образования.

Достоверность и обоснованность исследований и полученных результатов подтверждается корректным использованием теоретических и экспериментальных методов, сравнением полученных результатов тестирования с данными контроля знаний студентов по ряду дисциплин, полученными преподавателями.

Апробация работы. Результаты исследования моделей, методов тестирования и алгоритмов обработки и анализа текстовой информации докладывались и обсуждались на конференциях различного уровня: V Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Инноватика-2009» (Томск, 2009); VI Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Инноватика-2010» (Томск, 2010); VII Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых с элементами научной школы "Инноватика-2011" (Томск, 2011); VIII Всероссийская школа-конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Инноватика-2012» с Международным участием (Томск, 2012); X Всероссийская школа-конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Инноватика-2014» с Международным участием (Томск, 2014); XI Международная школа-конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Инноватика-2015» (Томск, 2015); Всероссийская научно-практическая конференция (Красноярск, 2009); Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых (Томск, 2009); VII Всероссийская научно-практическая конференция «Модернизация инженерного и общего образования: проблемы и перспективы» (Юрга, 2009); Международная научно-методическая конференция (НМК-2012) «Современное образование: проблемы обеспечения качества подготовки специалистов в условиях перехода к многоуровневой системе высшего образования» (Томск, 2012); Всероссийская научно-техническая конференция «Научная сессия ТУСУР 2012» (Томск, 2012); XVIII Международная научно-практическая конференция «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (СИБРЕСУРС-18-2012)» (Новосибирск, 2012).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 20 печатных работ, в том числе 4 статьи в журналах из перечня ВАК, получено 2 свидетельства о регистрации программного продукта.

Предмет защиты и личный вклад автора. Постановка задач была выполнена научным руководителем д.т.н., профессором А.А. Мицелем. Основные научные результаты получены автором самостоятельно. Автором создана автоматизированная система тестирования «НейроТест», предназначенная для тестирования студентов очной, заочной и дистанционной формы обучения.

На защиту выносятся:

1. Алгоритм анализа ответов NeuroLD, на основе взвешенного расстояния Левенштейна и нейронных сетей Кохонена. Соответствует пункту 4 паспорта специальности «Разработка методов и алгоритмов решения задач управления и принятия решений в социальных и экономических системах».
2. Алгоритм аттестации студентов. Соответствует пункту 4 паспорта специальности «Разработка методов и алгоритмов решения задач управления и принятия решений в социальных и экономических системах».
3. Модели тестирования знаний, основанные на семантическом анализе ответов и аппарате нейронных сетей. Соответствует пункту 4 паспорта специальности «Разработка методов и алгоритмов решения задач управления и принятия решений в социальных и экономических системах».
4. Автоматизированная система тестирования знаний «НейроТест» для гуманитарных и естественно-языковых текстов. Соответствует пункту 5 паспорта специальности «Разработка специального математического и программного обеспечения систем управления и принятия решений в социальных и экономических системах».

Внедрение результатов. Результаты работы внедрены на факультете инновационных технологий Национального исследовательского Томского государственного университета (далее ТГУ), в центре международных профессиональных стажировок и туризма при Томском индустриальном техникуме, в средней общеобразовательной школе № 34 г. Томска, а также в коммерческих организациях: ООО «Паразит», ООО «М.Видео», ООО «Камелот-А», Томский филиал АО «Альфа-Банк», Томский филиал ООО «Эльдорадо», ООО «Агро-строй», Автошкола «Драйв», ООО «Злата».

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 глав, основных результатов и выводов, заключения, 4 приложений и списка использованной литературы из 97 наименований, из которых работы автора составляют 20.

Объём работы составляет 174 страницы, включая 20 рисунков, 8 таблиц.

Во введении кратко описывается предметная область, обоснована актуальность темы диссертации, сформулирована цель работы, изложены основные научные результаты, выносимые на защиту, кратко изложено содержание диссертационной работы.

Первая глава диссертации «*Проблемы объективного контроля знаний*» посвящена педагогическому подходу к тестированию. В главе рассматриваются современные подходы к разработке систем тестирования, разработки в области тестологии и педагогической квалиметрии, анализируются их достоинства и недостатки. Рассмотрены проблемы и приведены рекомендации при составлении вопросов и ответов к тестам.

К основному недостатку тестирования можно отнести отсутствие непосредственного контакта с учащимся. В процессе тестирования невозможно проконтролировать случайные ошибки учащегося, вызванные невниманием или неправильным пониманием задания. Данный недостаток может быть устранен с помощью разработанных методов и алгоритмов, способных анализировать тексты открытой формы, а также путем ведения компьютерного диалога с тестируемым.

Вторая глава «*Методы и алгоритмы контроля знаний*» посвящена анализу предметной области и основным проблемам создания автоматизированных систем для естественно-языковых текстов. В главе приводится классификация программных продуктов для тестирования знаний, существующие алгоритмы для автоматизированной обработки текстов, проводится их сравнение.

Существующие электронные программные продукты можно разделить на три основные группы:

1) Учебные пособия, которые содержат, в основном, иллюстративный и текстовый материал:

- энциклопедии;
- репетиторы. В них включены контрольные тесты, кроме теоретического материала;
- электронные наглядные пособия. Помимо информационного сопровождения они содержат большое количество мультимедийного материала.

2) Электронные учебники, разработанные на основе методических материалов. Обычно в них присутствует материал для изучения новых тем, тренировочные упражнения и тесты к ним. Тесты позволяют закрепить результат в виде промежуточной или итоговой проверки знаний.

3) Тренажеры и обучающие игры.

Большинство электронных учебных обучающих комплексов используют технологии HTML, XML, Flash, а также звуковую, графическую и видеоинформацию. Некоторые из них собраны в мультимедиа- библиотеки, где они логически сгруппированы и доступны для просмотра и копирования.

Ни один обучающий комплекс не обходится без проверки знаний путем тестирования. Как правило, в них нельзя создать собственный тест.

Для того, чтобы наиболее полно раскрыть проблему тестирования введем понятие интеллектуального тестирования. Оно предполагает наличие модели знаний и модели самого процесса тестирования и оценивания. Проблема роли искусственного интеллекта в обучении и образовании рассматривается как одна из разновидностей взаимодействия человека с ЭВМ, и раскрываются возможности, которые направлены на создание адаптивных обучающихся систем, имитирующих оперативный диалог учащегося и преподавателя-человека.

Алгоритм анализа ответов NeuroLD. Для обработки ответов на тесты открытой формы автором был разработан алгоритм NeuroLD. В ходе исследования было проанализировано и реализовано более одного десятка алгоритмов и методов, предназначенных анализировать текстовую информацию. Среди прочих можно выделить алгоритмы: шинглов, обратного распространения ошибки, информационно-генетические алгоритмы и метод обратного распространения ошибки для многослойной полносвязанной нейронной сети. Исследования показали, что большинство из исследованных алгоритмов и методов не способны в полном объеме решить задачу семантического анализа текстовой информации в компьютерном тестировании.

Для анализа ответов в алгоритме NeuroLD, также используется вычисление расстояния между ответом тестируемого и ответами, находящимися в базе данных. Вычисление расстояния между ответами осуществляет алгоритм Левенштейна (LD, Levenshtein distance).

Алгоритм LD не учитывает семантику текста, но может найти определенный коэффициент схожести двух текстов, т.е. количество операций, необходимых для преобразования одного текста в другой. В алгоритме NeuroLD расстояние Левенштейна используется для исправления грамматических ошибок и промежуточного вычисления результата схожести текстов.

LD для строк *A* и *B* определяется как:

$$LD(A, B) = \min_i \{a(i) + b(i) + c(i)\}.$$

Здесь строка B получается из строки A путём $a(i)$ замен, $b(i)$ вставок и $c(i)$ удалений символов. Но этого не достаточно, чтобы построить систему для вычисления семантического расстояния. Семантическое расстояние — это взвешенное расстояние Левенштейна, где веса операций замены, вставки, удаления и транспозиции символов подобраны таким образом, чтобы учитывать их смысловую значимость в предложении.

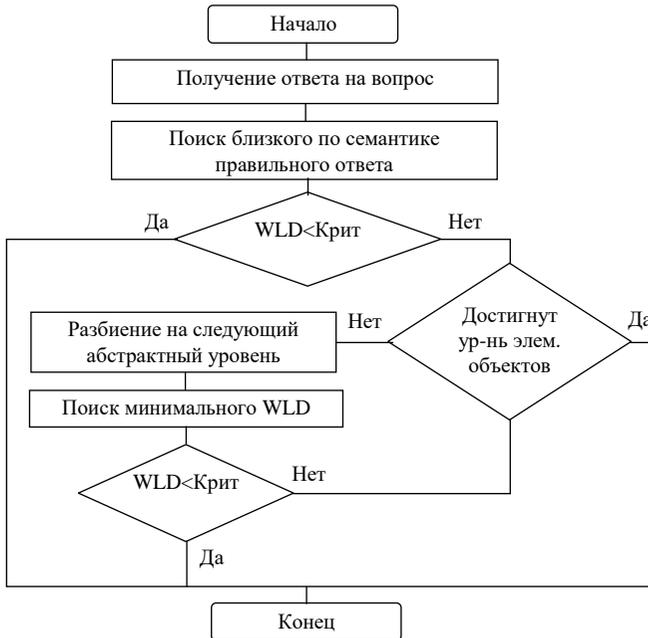


Рис. 2. Алгоритм NeuroLD.

Очевидно, что человеку свойственно ошибаться, особенно, если это касается написания текста в письменном виде, поэтому необходимо оценивать значимость операции «превращения» строки A в строку B . Для этого реализуем взвешенное расстояние Левенштейна (WLD) [7]:

$$WLD(A, B) = \min_i \{pa(i) + qb(i) + rc(i)\},$$

где скалярные коэффициенты p , q и r вычисляются в ходе обучения системы.

На рисунке 2 приведен алгоритм NeuroLD. Здесь Крит $\in [0,1]$ – это пороговое расстояние между строками, которое задается организатором тестирования.

Согласно Дамерау, 80% ошибок при наборе текста человеком являются транспозициями. Если к списку разрешённых операций добавить транспозицию, то такое расстояние называется расстоянием Дамерау-Левенштейна. Данное расстояние обладает следующим недостатком: если вычислить расстояние между совершенно разными короткими словами, то оно оказывается небольшим, в то время как расстояния между очень похожими длинными словами оказываются значительными. Для решения этой проблемы введём норму расстояния WLD. Для этого необходимо разделить результат WLD на максимальную длину строк, при этом заранее наложив ограничение на весовые коэффициенты, но они не должны превосходить единицы. Таким образом, для невзвешенного нормированного расстояния справедливым становится утверждение, что если $LD(A, B) = 0,5$, то строка A наполовину похожа на строку B и наоборот. Если после получения нормированного расстояния значение выходит за границы интервала $[0, 1]$, то полагаем его равным нулю, если оно меньше нуля, а в случае, если оно больше единицы – полагаем его равным единице.

Расстояние Дамерау-Левенштейна обладает еще одним существенным недостатком: при перестановке местами слов или частей слов получаются сравнительно большие расстояния, что приводит к неточным расчетам. Для морфем слова (морфема – это минимальная значимая часть слова, которая не делится на более мелкие значимые части) эта проблема не существенна, но если переставить местами большие части текста, например обороты в предложении, абзацы или главы книги, то вывод расстояния будет ошибочным. При этом смысл написанного текста может, даже, не меняться, а расстояние изменяется весьма значительно. Если меняются местами части слова, то это критично для расчета расстояния. Расстояние должно резко увеличиваться, но для набора слов это правило должно работать наоборот.

Для решения этой задачи вводим понятие абстрактного уровня предложения. Абстрактным уровнем называется некий набор блоков символов, полученный после разбиения исходного текста по определённому закону. Счёт уровней начинается от уровня элементарных объектов и выше (рис. 3).



Рис. 3. Абстрактные уровни

В таком представлении (рис. 3) абстрактные уровни не содержат данные, они только указывают уровни расположенные ниже.

При вычислении расстояния получаем расстояние второго абстрактного уровня, начиная от корня, поэтому корень можно опустить при построении дерева и вычисления расстояния. Если расстояние окажется меньше заданного числа, то можно считать, что объекты равны. Под корнем подразумевается представление данных как единого объекта.

Вычислять расстояние можно только между одинаковыми абстрактными уровнями. Если исходные предложения не получается разделить на одинаковое количество абстрактных уровней, то необходимо разделить входные данные на максимально возможное количество уровней. После деления на абстрактные уровни для каждого уровня определяется цена перестановки блока.

На вход система получает набор текстов. Каждый текст помечен, к какому классу он относится, например, к классу «оценка за ответ». Далее происходит попарное сравнение текстов из этого набора. Если возникает некоторое несоответствие между классами и расстоянием, то необходимо вносить корректировки в функцию оценки. Этих функций 4, для каждой операции по одной.

Зачастую в предложениях могут встречаться предлоги не несущие смысловой нагрузки. Например, в произведении «Война и мир» предлог «и» встречается ~22000 раз, следом за ним предлог «в» - ~11000 раз. Хотя смысла в тексте, возможно, они не несут. Исходя из оценки и расстояния между предложениями, необходимо сформировать некие правила, которые будут учитываться при анализе текста.

Оценка прямого преобразования хранится в виде:

$$x(A)y \Rightarrow x(B)y, \text{ class} = \text{any}, \text{ cost} = S,$$

т.к. хранение в обычном виде может повлечь за собой коллизии в оценке расстояния. Эта запись говорит, что преобразование сегмента A в контексте x и y в сегмент B в том же контексте, и оба они относятся к классу anu , имеет цену S .

Разделение на классы требуется для того, чтобы разделять специализированное обучение системы, а именно, обучать систему оценивать ответ на конкретный вопрос от общих знаний системы.

Рассмотрим влияние одних блоков абстрактных уровней на другие. Например, отрицание какого-либо слова или факта с помощью частицы «не». В таком случае будет применено правило коррекции цены существования частицы или ее отсутствия. Но бывают ситуации, когда можно это легко вычислить при наличии незначительного шума. Допустим, имеется 2 почти одинаковых предложения, но в одном отрицается важный факт, а в другом нет. Посчитав разницу между предложениями, применим различные правила. Правило «отрицание последующего слова», гласит о том, что частица (блок) не имеет веса и отрицает последующее слово, т.е. вес следующего слова становится отрицательным.

Если после повторного пересчёта расстояния это правило подвинет ближе всего к истинной оценке, то будем считать его правильным и занесём в базу. Если этой корректировки недостаточно, то поднимаемся на один абстрактный уровень выше и пытаемся найти, что ещё можно подкорректировать. Если в тексте встречается несколько одинаковых элементов, например, несколько предлогов «и», то при поиске подходящего правила для его обработки, правила применяются ко всем предложениям.

В третьей главе «Системы тестирования знаний» рассматриваются разработанные автором диссертации модели проверки знаний. При разработке моделей проверки знаний учтены и устранены большинство недостатков традиционных моделей тестирования. В начале главы приводится описание системы принятия решения аттестации тестируемых.

Алгоритм аттестации студентов (рис. 4). На первом этапе тестируемый регистрируется в системе тестирования НейроТест и начинает тестирование. На следующем этапе система получает запрос и с помощью случайного датчика выдает тестируемому вопрос. Тестируемый в зависимости от применяемой модели тестирования отвечает на вопрос.

Разработанный алгоритм может включать несколько подходов:

- если в системе тестирования используется модель уточнения результата (за основу используются вопросы с ответами закрытого

типа), и если ответ был дан частичным, то система задает тестируемому дополнительный вопрос из этой же темы, но ответ требуется ввести в открытой форме;

- если в системе используется модель коррекции ошибок, то перед тестируемым при ответе на вопрос станет выбор, ответить путем выбора существующих ответов, или же предложить свой вариант ответа.

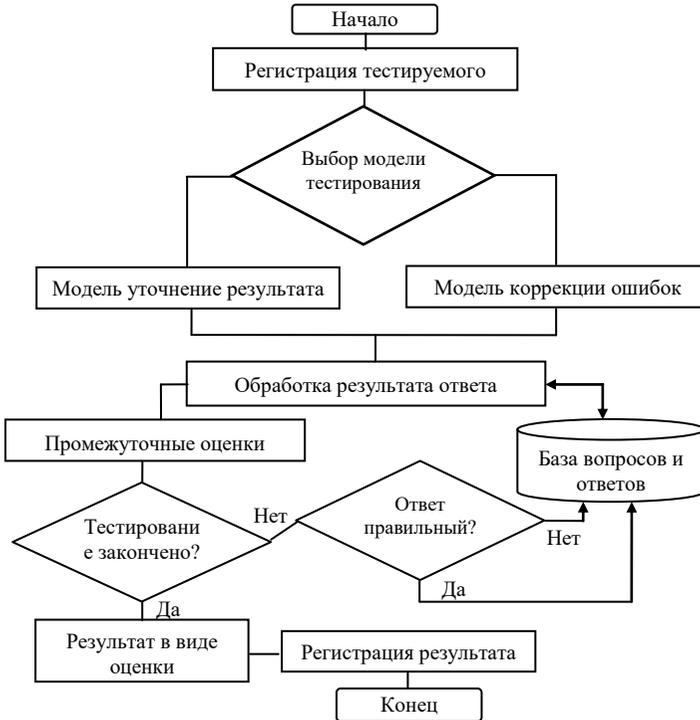


Рис. 4. Алгоритм аттестации студента в системе НейроТест.

Для анализа ответов открытой формы система тестирования НейроТест использует разработанный автором алгоритм NeuroLD, описанный в главе 2.

После анализа ответа с помощью алгоритма NeuroLD начинается обработка ответа. Обработка ответа и алгоритм NeuroLD тесно связаны между собой, поскольку обучение алгоритма и анализ происходит в режиме реального времени.

На следующем этапе полученный результат передается в блок оценки ответа. В этом блоке оценка в тесте выводится за каждый ответ, и в конце теста выводится результат в виде средней оценки.

Если при прохождении теста тестируемый предложит свой вариант ответа, и он окажется верным, то система добавляет его в базу данных ответов и помечает маркером, как потенциально правильный ответ. Аналогично система поступает и в том случае, если ответ будет предложен неверно, за исключением того, что ответ будет помечен как неправильный.

Результат оценки по каждому вопросу выводится из заранее подготовленных шаблонов, которые могут изменяться для каждого типа вопросов. После получения результата делается запись в базу данных. Преподаватель, основываясь на полученных результатах, делает отметку в аттестационной ведомости.

В модели предусматривается возможность динамической базы ответов. Под термином «динамическая база ответов» подразумевается, что к каждому вопросу в базе данных формируется база правильных и неправильных ответов. На начальной стадии преподаватель или организаторы тестирования формируют базу вопросов по той или иной дисциплине, где для каждого вопроса достаточно 2 правильных и 6 неправильных ответов. При прохождении тестирования из базы правильных ответов в случайном порядке выбирается только 1 верный ответ, а из базы неправильных ответов – 3.

После завершения тестирования преподаватель, либо соглашается с предложенным тестируемым вариантом ответа, и тогда при следующем тестировании данный ответ участвует в выборке правильных ответов, либо засчитывает его неправильным и, при следующем тестировании, также участвует в выборке неправильных ответов. Такой подход позволяет в задании использовать как ответы закрытой формы, так и открытой формы.

В основе *модели уточнения результата* (рис. 5) используется вопрос закрытого типа, и в случае, если ответ будет дан неверно, тестируемому задается еще один вопрос из этой же темы, ответ на который требуется дать в открытой форме. В данной модели, тестируемый может объяснить, почему он дал именно этот ответ. В результате тестирования выводится итоговый результат, где тестируемый может увидеть, в каком месте он допустил ошибку. Предлагаемая модель, в большей степени, лишена недостатков уже существующих классических моделей и позволяет учитывать частичные ответы.

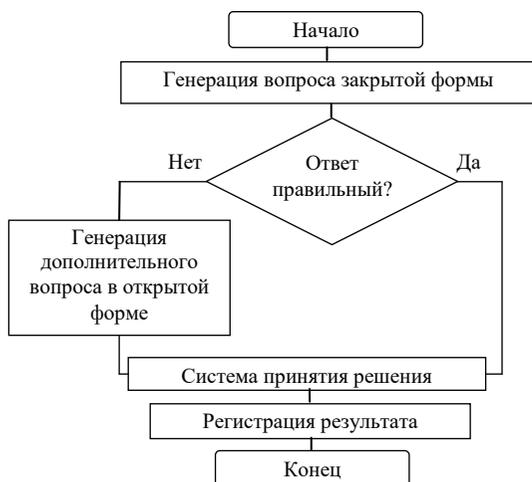


Рис. 5. Блок-схема модели уточнения результата

Рассмотрим предлагаемую модель, более подробно.

После регистрации тестируемому в случайном порядке из каждой темы задается вопрос закрытой формы. В некоторых тестах закрытой формы, встречаются вопросы с «изюминкой», на которые следует давать строго определенные варианты ответа, но при этом среди выбранных вариантов приводятся и другие, частично правильные ответы. Поэтому для частных случаев возможные значения дополняются определенным заранее параметром, который означает частично верный ответ. При дополнительном вопросе тестируемый либо подробно объясняет, почему он выбрал именно этот вариант ответа, либо система задает ему дополнительный вопрос, касающийся этой темы, например, если ответ был дан неверно.

Результат ответа на вопросы учитываются при окончательном анализе в системе принятия решения аттестации, т.е. после обработки ответа открытой формы. В системе принятия решения аттестации ответ тестируемого сравнивается с правильным ответом, после чего на выходе мы имеем процентное соотношение истинности.

Особенностью данной модели является то, что если тестируемый ответил частично правильно на вопрос закрытой формы, ему дается шанс исправиться, так как в ответ открытой формы оценивается не зависимо от того, как точно был дан ответ в закрытой форме.

Суть *модели коррекции ошибок* (рис. 6) заключается в объединении методов оценки ответа на вопросы закрытого типа и открытого типа.

Основное отличие предлагаемой модели от классической, где используются только ответы закрытой формы, заключается в том, что среди ответов закрытой формы присутствует поле «Свой ответ», где тестируемый может предложить свой вариант ответа. Новая модель, также отличается от классической модели, где используются ответы на задания в открытой форме, т.к. модель коррекции ошибок дает возможность выбрать ответы из существующих.



Рис. 6. Блок-схема модели коррекции ошибок

К преимуществам данной модели можно отнести и то, что преподаватель при проверке ответов, данных тестируемыми в открытой форме, может составить представление о том, насколько усвоен пройденный материал, а также проанализировать ответы и переформулировать существующие ответы закрытой формы. При проверке ответов на задания открытой формы преподаватель работает только с полем «вопрос-ответ» и уникальными номерами, которые присваиваются при входе тестируемого в систему тестирования. Такой подход позволяет исключить предвзятое отношение преподавателя к тестируемому. Подробная информация отображена в таблицах 1 и 2.

Данная модель также предусматривает дополнительные вопросы в случае абсолютно или частично неверного ответа, организаторы тестирования могут активировать эту опцию.

Таблица 1

Статистика проверки знаний по дисциплине «теория инноваций»

ФИО	Кол-во вопросов	Задано доп. вопросов	% выполнения	Оценка
Паламарчук А.Н.	12	3	85%	5
Ермакова В.С.	12	4	79%	4
Егорова А.Я.	12	2	90%	5
Мишин П.Н.	12	3	80%	4
Макаров К.В.	12	0	100%	5
Кудрявцев И.В.	12	1	87%	5
Бондаренко И.А.	12	3	84%	4
Ляшков В.В.	12	5	45%	3
Зайцева А.И.	12	6	80%	4
Курочкина А.О.	12	8	48%	3
Давыдова А.Ю.	12	7	44%	3
Гольцова П.А.	12	7	44%	3

Таблица 2

Детальный просмотр заданных вопросов

ИД	1			
	Вопрос	Формулировка вопроса	Ответ	Балл за ответ
10	В этой картине мира «естественное» и «сверхъестественное» не отличается друг от друга.	в мифологической	100%	5
Итоговая оценка за тест				5 (5)

Четвертая глава «Автоматизированная система тестирования НейроТест» посвящена практической реализации ранее полученных теоретических результатов в виде системы тестирования «НейроТест». В главе проводится исследование системы тестирования на патентную чистоту по Российским базам. Далее в главе представлено описание

системы тестирования, излагаются основные принципы и среда разработки.

Разработанная система тестирования НейроТест состоит из двух модулей: модуль «клиент» и модуль «администратор». Модуль «клиент» позволяет проходить тестирование, а также посмотреть свои результаты. Модуль «администратор» позволяет править базу данных вопросов, т.е. вносить изменения, добавлять новые вопросы или варианты ответов, а также просматривать полную статистику результатов тестирования.

В таблице 1 приведены результаты тестирования студентов 3 курса по дисциплине теория инноваций. Из таблицы видно, что большинство тестируемых, делали в среднем по 4 ошибки. Очевидно, что при использовании обычных систем тестирования это привело бы к снижению общего балла за тест. В данном тесте применялась «Модель уточнения результата», поэтому в случае неполного ответа тестируемым задавался дополнительный вопрос. Почти во всех случаях это привело к исправлению итогового результата, в ином случае это привело бы к потере балла за экзамен.

В целом система тестирования НейроТест была принята студентами положительно. В большинстве случаев использование разработанных моделей привело к исправлению итоговой оценки за прохождение теста.

Далее в главе проводится анализ рынка потребителей разработанного программного продукта. Потенциальными потребителями данного продукта, с учетом его специфики, могут являться факультеты вузов, где требуется проводить анализ текста, а также средние специальные и другие учебные заведения. В рамках повышения квалификации сотрудников или проверки приема остаточных знаний данный программный продукт можно использовать как в государственных производственных предприятиях, так и в коммерческих организациях.

Чтобы разработанная программа соответствовала современным требованиям система тестирования НейроТест была реализована в виде Web-сервиса. Данное решение позволяет использовать систему тестирования НейроТест на платформах, имеющих Web-браузер, что позволяет использовать эту разработку в любых формах обучения.

Основные результаты диссертационной работы

В диссертационной работе решена актуальная научно-практическая задача, имеющая важное значение для развития моделей и методов тестирования, а также оценки знаний студентов.

Диссертация основана на теоретических, методических и экспериментальных исследованиях, выполненных автором, сотрудниками кафедры информационного обеспечения инновационной деятельности факультета инновационных технологий ТГУ и группой студентов проектного обучения Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники.

В диссертационной работе получены следующие результаты:

1. На основе анализа предметной области проведена классификация существующих подходов к задаче классического тестирования знаний и выявлены их основные недостатки.

2. Выявлены общие подходы, методы и модели систем тестирования.

3. Проанализированы современные системы тестирования и выдвинуты основные требования к ним. По проведенному анализу можно сделать вывод, что большинство существующих систем тестирования не удовлетворяют современным требованиям к тестированию знаний и анализу ответов.

4. Обоснована целесообразность автоматизации процесса тестирования знаний.

5. Разработан алгоритм анализа ответов NeuroLD. Основная его идея заключается в применении алфавитно-взвешенного редакционного расстояния, абстрактных уровней, самоорганизующихся карт SOM и разбиении предложений на узкие по смыслу кластеры. Данный подход позволяет алгоритму обучаться на существующих ответах и в совокупности с разработанными моделями проводить эффективный анализ ответов, данных в открытой форме.

6. Разработана модель уточнения результата для проверки знаний, которая используется в универсальной автоматизированной системе проверки знаний студентов. Основная идея модели уточнения результата заключается в том, что используется вопрос закрытого типа, и в случае, если ответ будет дан неточно, тестируемому задается дополнительный вопрос из этой же темы, ответ на который требуется дать в открытой форме, т.е. тестируемый сможет объяснить, почему он дал именно этот ответ. Это дает возможность исправить результат, если ответ был дан неточно.

7. Разработана модель коррекции ошибок для проверки знаний, которая используется в автоматизированной системе проверки знаний студентов. Основная идея модели коррекции ошибок заключается в объединении классических методов оценки ответа на вопросы закрытого типа и открытого типа. Основное отличие предлагаемой модели от классической модели оценки ответа закрытой формы

заключается в том, что среди ответов закрытой формы присутствует поле «Свой ответ», где тестируемый может предложить свой вариант ответа.

8. Разработан алгоритм аттестации студентов, который в совокупности с разработанными моделями и алгоритмом анализа ответов NeuroLD позволяет решить проблему анализа ответов на вопросы открытой формы.

9. Разработана система тестирования НейроТест, позволяющая проводить тестирование знаний студентов по гуманитарным дисциплинам. Совместно с разработанной системой принятия решений, данные модели и алгоритм NeuroLD обеспечивают работу программного комплекса, применяемого в системе тестирования НейроТест.

10. Материалы диссертации внедрены и используются в учебном процессе Национального исследовательского Томского государственного университета, в центре международных профессиональных стажировок и туризма при Томском индустриальном техникуме и средней общеобразовательной школе № 34 г. Томска и коммерческих организациях.

Разработанный алгоритм можно использовать и в других областях, требующих анализа текста, например в системах поиска или проверки на плагиат. Применение разработанного алгоритма в системе антиплагиата будет более эффективным по сравнению с распространенным методом «шинглов», значительным недостатком которого является отсутствие возможности обработки синонимов. Использование в предложенном алгоритме NeuroLD фильтрации текста, стемминга и преобразования символов позволяет находить заимствованные тексты даже при их незначительной модификации. А подключенный словарь позволяет учитывать синонимы, сокращения, замены русских букв на латинские и другие уловки, которыми активно пользуются при написании работ.

Эти материалы могут быть использованы для формирования новых направлений дальнейших исследований.

Публикации по теме исследования

Статьи, опубликованные в журналах из перечня ВАК:

1. Погуда, А.А. Модели и алгоритмы для компьютерного контроля знаний [Текст] / А.А. Мицель, А.А. Погуда // Открытое образование. – 2010. – №6. – С. 44–49.

2. Погуда, А.А. Универсальный алгоритм проверки естественно-языковых текстов [Текст] / А.А. Мицель, А.А. Погуда // Доклады ТУСУРа. – 2010. – Ч. 2. – №2(22). – С. 290–293.

3. Погуда, А.А. Нейросетевой подход к задаче тестирования [Текст] / А.А. Мицель, А.А. Погуда // Прикладная информатика. – 2011. – №5(35). – С. 60–67.

4. Методы тестирования знаний на основе применения аппарата нейронной сети [Текст] / А.А. Погуда [и др.] // Открытое образование. – 2003. – №2(97). – С. 35–42

Статьи и тезисы докладов, опубликованные в других изданиях:

5. Погуда, А.А. Проблемы компьютерного контроля знаний по гуманитарным дисциплинам [Текст] / А.А. Погуда // Инноватика-2009: сб. материалов V Всероссийской науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых / под ред. А.Н. Солдатова [и др.]. – Томск: Томский государственный университет, 2009. – С. 246-249.

6. Погуда, А.А. Современные электронные системы контроля знаний по гуманитарным дисциплинам [Текст] / А.А. Погуда // Тестирование в сфере образования: проблемы и перспективы развития: материалы II Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием / под ред. А.В. Андриенко. – Красноярск: СибГТУ, 2009. – С. 33-35.

7. Погуда, А.А. Компьютерный контроль знаний по гуманитарным дисциплинам [Текст] / А.А. Мицель, А.А. Погуда // Научная сессия ТУСУР-2009: материалы докладов Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Ч. 5. – Томск: В-Спектр, 2009. – С. 265-268.

8. Погуда, А.А. Разработка электронных учебных пособий для специальности «Прикладная информатика в экономике» [Текст] / А.А. Погуда / Модернизация инженерного образования: проблемы и перспективы: Труды VII Всероссийской научно-практической конференции. – Юрга: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – С. 66-68.

9. Погуда, А.А. Тестирование как неотъемлемая часть современного образования [Текст] / А.А. Мицель, А.А. Погуда // Инноватика-2010: сб. материалов VI Всероссийской науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с элементами научной школы / под ред. А.Н. Солдатова [и др.]. – Томск: ТМЛ-Пресс, 2010. – Т.2. – С. 92-96.

10. Погуда, А.А. Применение нейронных сетей в задачах компьютерного тестирования [Текст] / А.А. Погуда, Е.А. Фрикель /

Инноватика-2011: сб. материалов VII Всероссийской науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с элементами научной школы / под ред. А.Н. Солдатова [и др.]. – Томск: Томское университетское издательство, 2011. – Т. 2. – С. 35-39.

11. Погуда, А.А. Технология обработки информации в задачах тестирования на основе нейронной сети [Текст] / А.А. Мицель, А.А. Погуда // Современное образовательное пространство: пути модернизации: материалы Международной заочной науч.-практ. конф. / под ред. М.В. Волкова. – Чебоксары: НИИ педагогики и психологии, 2011. – С. 122-127.

12. Погуда, А.А. Новый подход к методам тестирования [Текст] / А.А. Мицель, А.А. Погуда // Современное образование: проблемы обеспечения качества подготовки специалистов в условиях перехода к многоуровневой системе высшего образования: материалы междунар. науч.-метод. конф. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012. – С. 77-78.

13. Погуда, А.А. Решение дифференциальных уравнений в нейросетевом базисе [Текст] / А.А. Погуда [и др.] // Научная сессия ТУСУР-2012: материалы Всероссийской науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: В-Спектр, 2012. – Ч. 3. – С. 44-46.

14. Погуда, А.А. Применение нейронной сети Кохонена в современных системах тестирования [Текст] / А.А. Погуда [и др.] // Инноватика-2012: сб. материалов VIII Всерос. shk.-конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием / под ред. А.Н. Солдатова [и др.]. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2012. – Т. 2. – С. 90-97.

15. Погуда, А.А. Новый взгляд на методы тестирования [Текст] / А.А. Погуда, Е.А. Фрикель // Инноватика-2012: сб. материалов VIII Всерос. shk.-конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием / под ред. А.Н. Солдатова [и др.]. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2012. – Т. 2. – С. 98-103.

16. Погуда, А.А. Новый взгляд на методы тестирования [Текст] / А.А. Погуда [и др.] // Инноватика-2012: сб. материалов VIII Всерос. shk.-конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием / под ред. А.Н. Солдатова [и др.]. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2012. – Т. 1. – С. 104-110.

17. Погуда, А.А. Методы проверки естественно-языковых текстов, основанные на применении аппарата нейронных сетей [Текст] / А.А. Мицель, А.А. Погуда // Природные и интеллектуальные ресурсы

Сибири: материалы 18-й Международной науч.-практ. конф. / под ред. Л.С. Петрова [и др.]. – Томск: САН ВШ; В-Спектр, 2012. – С. 82-85.

18. Погуда, А.А. Исследование алгоритмов семантической обработки текста [Текст] / А.А. Погуда, А.В. Нечухин // Инноватика-2014: сб. материалов X Всероссийской школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием / под ред. А.Н. Солдатов [и др.]. – Томск: Издательский Дом ТГУ, 2015. – С.458-461.

19. Погуда, А.А. Технологическая матрица системы тестирования «НейроТест» [Текст] / А.А. Погуда [и др.] // Инноватика-2015: сб. материалов XI Международной школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 2015. – С.485-490.

20. Handbook of Research on Estimation and Control Techniques in E-Learning Systems / Vardan Mkrtchian; Alexander Bershady; Alexander Bozhday; Mikhail Kataev; Sergey Kataev / Chapter 10. Mitsel A.A. and Poguda A.A. An Integrated Approach to Automated Testing Knowledge. – Published in the United States of America by Information Science Reference (an imprint of IGI Global) 701 E. Chocolate Avenue Hershey PA, USA 17033, 2016. – P. 128-140.

Свидетельства о регистрации программы:

1. Свидетельство о регистрации электронного ресурса №18748. Система тестирования знаний НейроТест / Погуда А.А., Мицель А.А., Семенов К.А., Утешева А.Е. – Заявка № 50201251513. Дата поступления 2 февраля 2015г. Зарегистрировано в объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование» 10 декабря 2012 г.

2. Программа контроля знаний НейроТест [Текст]: свидетельство 2014619707 Рос. Федерация: / Погуда А.А, Мицель А.А.; заявитель и патентообладатель Национальный исследовательский Томский государственный университет. – № 2014613958; заявл. 18.04.2014; опубл. 19.09.2014.

Подписано в печать . . . 2016

Формат 60x84/16. Бумага ксероксная.

Плоская печать. Усл. печ. л. _____. Уч.-изд.л. _____.

Тираж 100 экз. Заказ № _____.

Учебно-производственная типография ТГУ.

634050, г. Томск. ул. Ленина 66, корпус №7