

Альтиментова Дина Юрьевна,
*Российский государственный социальный университет,
старший преподаватель кафедры информационных систем,
сетей и безопасности, dina-alt@mail.ru*

Altimentova Dina Yur`evna,
*The Russian Social State University,
The senior lecturer of the Chair of the information systems,
networking and security, dina-alt@mail.ru*

Федосов Александр Юрьевич
*Российский государственный социальный университет,
профессор кафедры информатики и прикладной математики,
доктор педагогических наук, alex_fedosov@mail.ru*

Fedosov Aleksandr Yur`evich
*The Russian Social State University,
the Professor of the Chair of the informatics and applied mathematics,
Doctor of Pedagogics, alex_fedosov@mail.ru*

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА РАЦИОНАЛЬНЫХ СПОСОБОВ КОРРЕКЦИИ ЗНАНИЙ

IMPROVEMENT OF QUALITY OF BACHELORS WITH APPLICATION OF COMPUTER TESTING AND RATIONAL MODES OF CORRECTION OF KNOWLEDGE

Аннотация. В статье изложены новые подходы к проблеме адаптивного контроля знаний в условиях компьютерного обучения при подготовке бакалавров. Рассмотрены адаптивные алгоритмы проверки ответов на одиночные тестовые вопросы, а также особенности изложения учебного контента и построения адаптивного алгоритма тестирования знаний по заданным разделам учебной дисциплины.

Ключевые слова: адаптация; компьютерное тестирование; одиночный тест; алгоритм тестирования.

Annotation. The article describes new approaches to the problem of adaptive control of knowledge in terms of computer training in the preparation of bachelors. The considered adaptive algorithms check the answers on a single test questions, and especially the presentation of educational content and building adaptive algorithm of testing knowledge on specified topics of the discipline.

Key words: adaptation; computer testing; single test; the testing algorithm.

Изменения, происходящие в обществе и в системе образования формируют новые подходы к образовательной стратегии современного специалиста, основанной на широком применении информационных и коммуникационных технологий (ИКТ). Однако одним из существенных недостатков обучения с использованием средств ИКТ является уменьшение времени «живого» контакта студента с преподавателем, что препятствует выстраиванию процесса обучения на основе учета индивидуальных особенностей обучаемого. В тоже время, современные информационные и коммуникационные технологии за счет развитых способов анализа диалога с пользователем, могут в значительной степени способствовать адаптации процесса передачи знаний к потребностям и возможностям конкретного обучаемого. Это создает предпосылки для значительного приближения общего уровня качества электронного обучения к индивидуальному обучению и позволяет успешно создавать и внедрять в учебный процесс в вузе различные методики адаптивного контроля знаний и рациональных способов коррекции знаний.

Рассмотрим одиночный тест с одним правильным ответом, на котором используется начальный уровень адаптации.

Дана предложенная общая формула для оценивания результатов одиночного теста:

$$R = R(\{V\}, N, \{P\}) = R^+(\{V\}, N) \cdot R^-(N, \{P\}), \quad (1)$$

где: R – итоговая оценка полученного ответа учащегося на тестовое задание, $R^+(\{V\}, N)$ – базовая составляющая оценки, функция оценивания, $R^-(N, \{P\})$ – штрафная составляющая оценки, уменьшающая ее. $\{V\}$ – информация, полученная от ученика (один или несколько вариантов правильного ответа), N – число вариантов ответа, $\{P\}$ – штрафная функция.

Она имеет мультипликативную структуру, содержащую R^+ – базовую составляющую оценки, а R^- – штрафную составляющую оценки.

Классический подход в определении базовой оценки ответа на тестовое задание основывается на следующем принципе:

$$R = \begin{cases} 0 & \text{– если ответ неверный} \\ 1 & \text{– ответ правильный} \end{cases}$$

Множество $\{V\}$ должно содержать один ответ.

Предлагаемый подход:

$$R \in [0, 1];$$

Учащийся может указать несколько возможных вариантов правильного ответа $\{V\}$, которые, по его мнению, включают правильный ответ $V_{\text{ист}}$.

$$R = \begin{cases} 0, & \text{если } |V| = 0 \text{ или } V_{\text{ист}} \notin \{V\}; \\ R(|V|), & V_{\text{ист}} \in \{V\}, |V| > 0. \end{cases}$$

При конструировании функции $R(|V|)$, были исследованы линейные, квадратичные и кубические зависимости. Наилучшие результаты дает кубическая зависимость. Она представлена формулой (2):

$$R^+(X, N) = \frac{(N-V)^2[(-N^3+9N^2-21N+15)\cdot(N-V)+(N^2-6N+7)]}{[2(N-1)^2(N-2)^2]} \quad (2)$$

Проверка формулы для практически значимых величин $N=3\div 10$ показала, что монотонность функции оценивания обеспечивается только при значениях $N = 3,4,5,6$. Однако использование повышенных величин N для систем компьютерного тестирования нерационально из-за повышения общих временных затрат на проверку знаний. Как показывает практика, оптимальным значением является $N = 5$. При нем, с одной стороны невелика положительная оценка при случайном угадывании ответов (0,2). С другой стороны, число вариантов ответа не слишком велико и не затягивает сам процесс тестирования. Приближенные дискретные значения функции оценивания в узлах при $N = 5$ даны в формуле (3):

$$R^+(1,5)=1; R^+(2,5)=0.5; R^+(3,5)=0.2; R^+(4,5)=0.1; R^+(5,5)=0 \quad (3)$$

На современном уровне развития компьютерных технологий, возможно, эффективно отследить только время ответа. Для расчета оптимального времени ответа $T_{\text{ОПТ}}(N)$ предложено использовать формулу (4):

$$T_{\text{ОПТ}}(N) = T_{\text{ОТВ}} + N \cdot T_{\text{ВОПР}} \quad (4)$$

Величины $T_{\text{ОТВ}}$ и $T_{\text{ВОПР}}$ должны быть назначены, исходя из сложности вопросов.

Для при $\{P\} = T$ предложено использовать следующие практические соображения, проиллюстрированные на графике функции при $T_{\text{ОПТ}}=15$ сек.

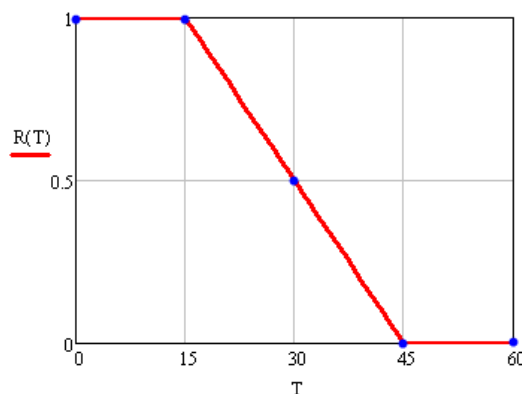


Рис. 1. Построение штрафной функции

При $0 < T \leq T_{\text{ОПТ}}(N)$ время для ответа не просрочено, штраф не накладывается и $R^-(N, \{P\}) = 1$.

При $T_{\text{ОПТ}}(N) \leq T \leq 3T_{\text{ОПТ}}(N)$ время ответа затянуто, что свидетельствует о невысоком уровне знаний или обращении к подсказкам.

В аналитическом виде получаемая кусочно-линейная зависимость представлена формулой (5):

$$R^-(N, \{P\}) = \begin{cases} 1, & \text{если } T \leq T_{\text{опт}}; \\ 0,5(3 - T/T_{\text{опт}}), & \text{если } T_{\text{опт}} < T \leq 3T_{\text{опт}} \\ 0, & \text{если } T > 3T_{\text{опт}}. \end{cases} \quad (5)$$

Таким образом, определен ряд формальных признаков, по которым возможно эффективно адаптировать одиночный альтернативный тест к конкретному студенту, и дана соответствующая математическая модель теста, по которой возможна его программная реализация.

С точки зрения практической реализации различных видов адаптивности при подаче и контроле знаний предложена следующая структура основных материалов по учебной дисциплине, представленная на рис.2.

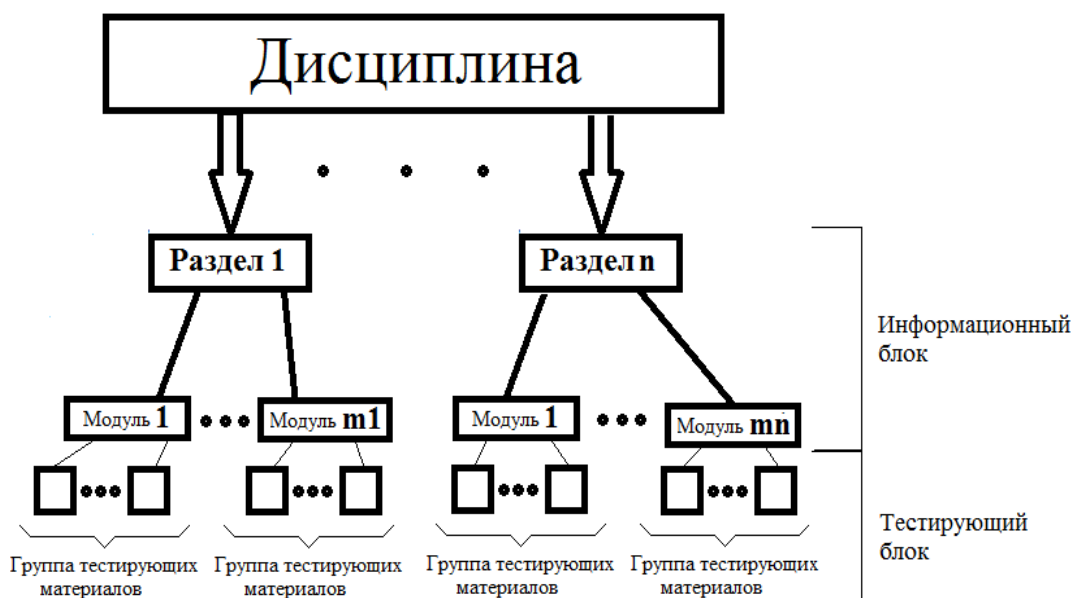


Рис. 2. Структура методических материалов для учебной дисциплины

Информационный блок состоит из 3-5 разделов, а каждый раздел состоит из 3-5 подразделов – модулей, которые являются минимальными неделимыми единицами контента изучаемой дисциплины.

Для реализации компьютерных адаптивных алгоритмов опроса предложено структурировать тестовые материалы каждого модуля изучаемой дисциплины, исходя из их содержания и степени сложности, поскольку они должны проверяться и оцениваться системой различным образом.

Поскольку электронные обучающие материалы всегда строятся на основе литературного изложения материала, то для выделения модулей и разделов предложены следующие соглашения:

1. в качестве модуля принимать один крупный параграф имеющий самостоятельное смысловое содержание либо несколько подряд идущих более мелких параграфов, содержащих общее смысловое наполнение;

2. в информационный раздел помещается одна глава, в которой полностью раскрыта законченная часть изучаемой дисциплины или несколько взаимозависимых подряд идущих глав.

Тестирующий блок составляют контрольные материалы, привязанные к модулям. Они в общем случае могут быть выделены в следующие группы:

1. базовый опрос, в котором проверяется знание понятий, введенных в модуле, и основные связи между ними;

2. теоретические вопросы повышенной сложности, в которых проверяются углубленные знания теоретического материала;

3. стандартные задачи по пройденному материалу;

4. задачи повышенной сложности и др.

Рассмотрим несколько видов адаптивности при тестировании знаний.

1. Изменение стратегии опроса в зависимости от ответов учащегося – это традиционный вид адаптивности, его предложено реализовать за счет специальной структуры алгоритма опроса.

2. Тестирование по назначению подразделяется на:

а) учебное, проводимое самостоятельно для оценки знаний самим обучающимся;

б) контрольное, проводимое под наблюдением преподавателя для объективной оценки реального уровня знаний, важными частными случаями являются рубежный и итоговый контроль.

3. Тестирование по глубине опроса – уровню проверки знаний (1-уровневое, 2-уровневое, 3-уровневое – по числу групп тестовых заданий).

4. Тестирование по объему проверяемого материала подразделяется на:

а) подраздел (модуль),

б) раздел (в частности – рубежный контроль) или несколько разделов,

в) вся дисциплина (в частности – итоговый контроль).

Адаптивность по второму признаку предложено реализовать за счет способа выбора тестового материала и выдачи результатов учащемуся и преподавателю. При учебном тестировании проверяемые модули «заказывает» сам студент, и результаты после каждого вопроса сообщаются только ему. При контрольном тестировании проверяемые модули задает преподаватель, итоговый результат сообщается и студенту и преподавателю.

Адаптивность по первому и третьему признакам предложено обеспечить при помощи применения специальных отдельных базовых алгоритмов, учитывающих количество стадий опроса при минимальном числе t базовых вопросов на одной стадии, равном 2 ($t=2$).

Адаптивность по четвертому признаку предлагается реализовать путем масштабного увеличения чисел тестов у базового варианта алгоритма.

Для наглядности базовые и производные от них алгоритмы тестирования предложено изображать в виде деревьев (рис.3).

Рассмотрим построение алгоритма опроса на примере порождающего дерева для 1-уровневого модульного тестирования.

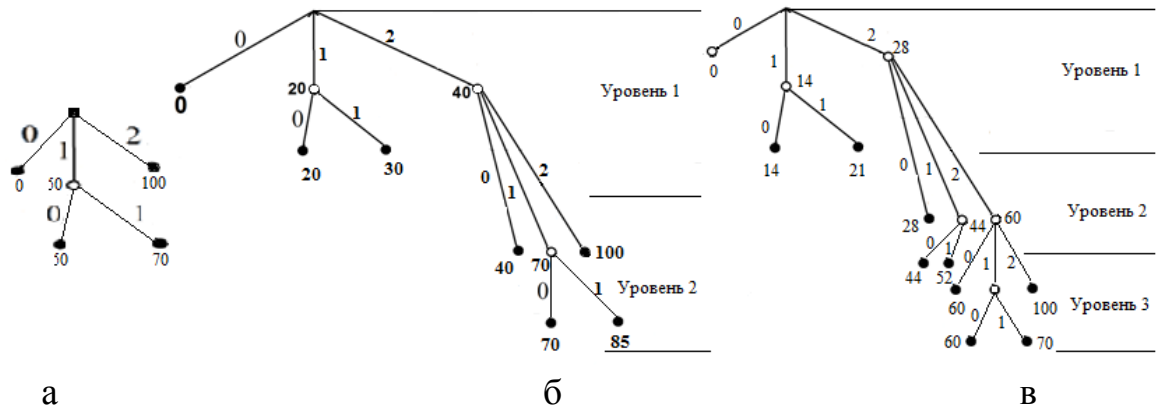


Рис.3. Структура порождающего дерева для модульного тестирования первого (а), второго (б) и третьего (в) уровней

Данное тестирование предложено производить при помощи 1-2 фаз опроса в зависимости от правильности ответов на первой базовой фазе. Если после базовой фазы опроса нет отрицательного ответа, то используется вторая фаза опроса с сокращенным числом вопросов (вдвое меньшей по сравнению с базовой). Вторую фазу опроса назовем уточняющей.

Порождающим назовем дерево, которое реализует алгоритм опроса при минимальном числе одиночных тестов. В качестве порождающего дерева опроса примем структуру, указанную на рисунке 3. В нем рассмотрено минимально возможное число базовых вопросов, равное 2. Максимальное число баллов равно 100. Верхний ярус соответствует базовой фазе опроса, нижний – уточняющей. На ребрах указано число правильных ответов в соответствующей фазе опроса. Рядом с узлами указано итоговое или промежуточное число оценочных баллов.

Масштабирование дерева опроса (рис. 4) предложено осуществлять путем наращивания числа базовых вопросов в t раз.

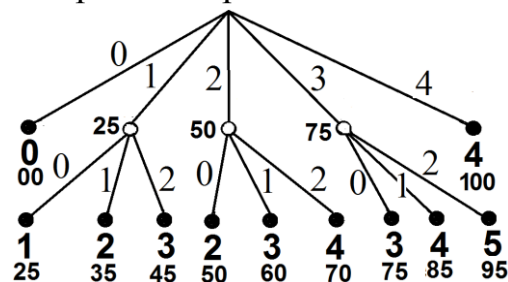


Рис. 4. Масштабированный с коэффициентом $t=2$ алгоритм модульного одноступенчатого тестирования

Задание параметра t позволяет адаптировать процедуру тестирования к проверяемому объему учебного материала.

Общие правила масштабирования дерева опроса следующие.

1. Вершины с нулем правильных ответов и максимальным ($2t$) числом правильных ответов остаются неизменными.
2. Число промежуточных вариантов в базовой фазе увеличится с 1 до $(2t-1)$.
3. Число уточняющих вопросов равно t .
4. Стоимость каждого правильного ответа уменьшается в t раз.

Разработанный алгоритм адаптивного индивидуального тестирования [4] позволяет реализовать адаптивность в случае вещественных значениях оценок на всех уровнях.

Тестирование как форма измерения знаний учащихся является, хоть и очень важным, но только лишь одним из инструментов для достижения итоговой цели обучения – повышения качества профессиональной подготовки студентов. В современной трактовке такой специалист должен не просто освоить необходимый набор отдельных профессиональных знаний, навыков и умений, но и приобрести за время обучения совокупность различных компетенций, таких, как информационная, коммуникативная исследовательская, общекультурная и др., которые обеспечат ему практическую способность и готовность применять на практике данные знания, умения, навыки.

Для того, чтобы тестирование наиболее эффективно служило достижению итоговой цели обучения, его следует совмещать с последующей коррекцией знаний студентов, для которой может быть использован целый ряд форм и методов, имеющих свои достоинства и недостатки – как с точки зрения реализации процесса обучения, так и с точки зрения практической организации образовательного процесса в вузе.

Поскольку на дневных и заочных отделениях вузов, все студенты обучаются в группах и потоках, то на основе индивидуальной проверки знаний рассмотрено групповое тестирование. В реальном учебном процессе после проведения индивидуального тестирования студентов во всей группе (потоке) преподаватель должен на основе полученных баллов оценить общие групповые итоги проверки знаний и в случае наличия слабоуспевающих студентов принять обоснованное решение по групповой коррекции их уровня знаний.

Основные виды коррекции знаний, применяемые в высшей школе [4]:

1. самостоятельное изучение (индивидуальное) по источникам информации рекомендованным преподавателем;
2. консультирование помимо основных учебных занятий (индивидуальное или групповое);
3. дополнительное разъяснение материала во время занятий (групповое);
4. изучение учебного материала на краткосрочных курсах (групповое).

Из рассмотренных форм только четвертая требует дополнительных затрат преподавательского труда и соответствующей оплаты, поэтому в работе был предложен численный критерий для оценки трудозатрат преподавателей на дополнительное корректирующее обучение студентов, позволяющий учесть как различные контингенты студентов, так и объем изучаемой дисциплины в разделах. Дана формула для его расчета:

$$K_r = \alpha (k_1 n_1 + k_2 n_2 + \dots + k_s n_s) / (RN), \quad (6)$$

где: α (час/раздел) – усреднённые затраты труда преподавателей на коррекцию одного раздела, s - общее число проведенных корректирующих курсов, k_i - число разделов, которые изучались на корректирующих курсах с номером i , n_i - количество студентов, которые обучались на корректирующих курсах с номером i , R - общее число разделов в учебной дисциплине, N - общий контингент студентов.

Предложенный критерий позволит сравнивать затраты преподавательского труда на коррекцию знаний при различных формах ее организации. Для экономии средств вузов при организации учебного процесса желательно уменьшение коэффициента удельных трудозатрат преподавателей на коррекцию знаний.

Также разработан алгоритм автоматического анализа результатов группового тестирования и выбора оптимального способа коррекции уровня знаний [4].

В качестве исходных данных алгоритма приняты тестовые баллы группы учащихся и посещаемость занятий. Необходимо сформировать группы коррекции и определить оптимальные способы коррекции знаний.

Итоговые результаты работы алгоритма носят рекомендательный характер для преподавателя. Предполагается, что он сам окончательно уточняет формы коррекции на основании учета всей полноты факторов учебного процесса, которые невозможно ввести в компьютерную программу.

Для проверки предлагаемых методов адаптивного компьютерного тестирования разработаны соответствующие методические материалы по дисциплине «Программирование на языке высокого уровня» (рис.5).

	Раздел II. Программа на языке Паскаль. Реализация базовых структур программирования на Паскале
МОДУЛЬ П.1	5. ОБЩАЯ СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ НА ПАСКАЛЕ
	5.1. Общая структура программы на Паскале. Комментарии
	5.2. Содержание подразделов в разделе описаний
МОДУЛЬ П.2	5.3. Простейшие программы на языке Паскаль для обработки данных простых типов. Основная задача программы и ее интерфейс
	6. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЕТВЛЕНИЙ
	6.1. Полный и сокращенный оператор IF
МОДУЛЬ П.3	6.2. Полный и сокращенный оператор CASE
	6.3. Оператор безусловного перехода GOTO. Пример программы с использованием ветвления
	7. ЦИКЛЫ В ЯЗЫКЕ ПАСКАЛЬ
МОДУЛЬ П.4	7.1. Циклические вычисления. Виды циклов в языке Паскаль
	7.2. Арифметические циклы
	7.3. Итерационные циклы
	7.4. Вложенные циклы
	7.5. Операторы завершения цикла
	7.6. Бесконечные циклы
	7.7. Использование циклов для придания интерфейсу программ динамических функций

Рис.5. Структура информационных материалов по разделу II

Подводя итоги можно сказать, что адаптация компьютерного тестирования рассмотрена на трех уровнях. Выполненное исследование полностью не исчерпывает рассмотренную в нем проблему применения адаптации в компьютерном обучении. При дальнейшем усовершенствовании компьютерной техники и программного обеспечения адаптивные методы, предложенные в работе, скорее всего, получат свое дальнейшее развитие.

Применение аналогичных систем в практике преподавания различных дисциплин бакалавриата позволяет освободить преподавателя от значительного количества рутинной работы, повысить качество оценки знаний студентов, оставляя, таким образом, широкое поле для реализации творческого потенциала педагога.

Литература

1. Аванесов В.С. Композиция тестовых заданий: учебник для преподавателей вузов, техникумов, училищ, учителей школ, гимназий и лицеев. М.: Центр тестирования, 2002. 238 с.
2. Анастаси А., Урбина С. Психологическое тестирование: монография / А. Анастаси, С. Урбина. СПб: Питер, 2003. 688 с.
3. Беспалько В.П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия). М.: Изд-во Московского психолого-социального института; Воронеж: МОДЭК, 2002. 352 с.
4. Гданский Н.И., Альтиментова Д.Ю. Адаптивные методы тестирования знания при компьютерных формах обучения: монография. М.: Издательство РГСУ, 2015. 220 с.