

Методология разработки тестов для системы дистанционного обучения

Д.Е. Пачевский, email: 600rub@mail.ru¹

А. А. Пак, email: pak@mail.com²

О. В. Собенина, email: sobenina36@mail.ru³

¹ Воронежский государственный технический университет

² Воронежский государственный технический университет

³ Воронежский государственный технический университет

***Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы создания контрольных тестов для системы дистанционного обучения, основанные на экспертных оценках. Данная тематика является крайне актуальной в настоящее время, так как сейчас сильно возросла потребность в современных интеллектуальных системах дистанционного обучения, основанных на инновационных компьютерных технологиях, позволяющих обучающемуся полностью организовать свой процесс обучения согласно своим предпочтениям и требованиям рынка. Такие системы должны не только предоставлять методические материалы, но и выстраивать цепочку из этапов обучения и контроля знаний после каждого такого этапа, основываясь на функциях, которые заложены в данные промежутки обучения.*

***Ключевые слова:** экспертная система, нечеткие множества, тестовые задания, дистанционное обучение, математическая модель.*

Введение

Мировая пандемия 2020-2021 годов оказала большое влияние на сферу образования. Как показала практика летнего и осеннего семестров, учебные заведения были совершенно не готовы к ней. В спешном порядке вузами были запущены свои собственные системы дистанционного обучения, которые с трудом справлялись с повседневными задачами, решаемыми в стандартном очном образовательном процессе. Если механизм предоставления студентам учебно-методических материалов удалось вывести на минимально-допустимый уровень, то процесс контроля знаний оказался трудно выполнимым для большинства преподавателей и студентов. Если при стандартной системе контроля знаний, преподаватель мог поговорить со

студентом, задать ряд дополнительных вопросов, уточнить спорные моменты в контрольных или курсовых работах, то при нынешней ситуации дистанционного обучения все свелось к наличию загруженной в систему ДО работы, которая оценивалась зачастую только по ее наличию. Естественно говорить о качестве и полноте полученных знаний в такой ситуации бессмысленно. Если расчетно-графические работы еще можно как-то оценить, то зачеты и экзамены, в которых требуется получить устный ответ, теперь выполнены в виде тестов, а тест, как известно, не дает полной картины о глубине знаний экзаменуемого.

В данной статье предлагается использовать продвинутую систему тестирования, в основе которой лежит экспертная система оценки каждого из вопросов. Данная система заполняется тестовыми заданиями, в которых помимо правильных ответов на вопросы, учитывается сложность, время и приоритетность ответа перед другими правильными, если в задании есть множественный выбор.

Эти показатели для каждого вопроса назначаются экспертно группой. Данная методика требует применения математической модели, основанной на теории нечетких множеств. Для оценки полноты знаний необходимо разбить вопросы на некие группы и присвоить каждой из этих групп свой собственный уровень сложности, который назначается отдельно всеми участниками экспертной группы. Причем каждый из экспертов оценивает уровень сложности по своему, в зависимости от своего отношения к той или иной предметной области. После этого необходимо обработать полученные результаты с применением теории нечетких множеств.

Для оценивания достоверности и значимости полученных результатов будем использовать коэффициент конкордации.

Описанная выше экспертная группа должна состоять из специалистов различного профиля, мнение которых будет иметь разный вес. Это необходимо для того чтобы разграничить специалистов по уровням профессиональных компетенций.

В первую очередь задания составит непосредственно преподаватель-эксперт, заинтересованный в получении оценочных материалов. Именно он сформирует первоначальные тестовые задания, разработает уровни сложности и распределит вопросы по группам. Далее тест оценивают методисты-тестологи. Они должны оценить корректность и понятность заданий и ответов. Это очень важный показатель, так как именно корректность постановки вопроса может сильно влиять на полноту ответа.

Окончательно сформировать тест должна группа специалистов в предметной области, которая примет решение о необходимости внесения тех или иных заданий в общий тест. Их решение должно зависеть от этапа контроля, на котором будет применяться данное тестирование. Это может быть внутри семестровый тест, итоговый тест или оценка остаточных знаний.

Назначим данным группам экспертов уровень компетентности U .

$\mu_i(C) = [0,1]$ – уровень принадлежности к множеству «компетентный эксперт», тогда

$Y_i = \{\mu_{i1}(C1)/C1, \mu_{i2}(C2)/C2, \mu_{i3}(C3)/C3, \dots, \mu_{in}(Cn)/Cn\}$ – компетентность отдельно взятого эксперта [2].

Теперь необходимо сформировать матрицу.

$$Y = \begin{bmatrix} \mu_{u1}(c_1)/c_1 & \mu_{u1}(c_2)/c_2 & \mu_{u1}(c_3)/c_3 & \dots & \mu_{u1}(c_n)/c_n \\ \mu_{u2}(c_1)/c_1 & \mu_{u2}(c_2)/c_2 & \mu_{u2}(c_3)/c_3 & \dots & \mu_{u2}(c_n)/c_n \\ \mu_{u3}(c_1)/c_1 & \mu_{u3}(c_2)/c_2 & \mu_{u3}(c_3)/c_3 & \dots & \mu_{u3}(c_n)/c_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_{um}(c_1)/c_1 & \mu_{um}(c_2)/c_2 & \mu_{um}(c_3)/c_3 & \dots & \mu_{um}(c_n)/c_n \end{bmatrix},$$

Определим сложность D группы тестовых заданий. Для [1] этого необходимо сформировать множество экспертных оценок i -е.

Для одного эксперта сложность F_i можно представить в таком виде [1].

$$F_i = \{\mu_{Fi}(N1)/N1, \mu_{Fi}(N2)/N2, \mu_{Fi}(N3)/N3, \dots, \mu_{Fi}(Nn)/Nn\},$$

где μ_{Di} – степень принадлежности к множеству «сложный вопрос».

Далее сформируем матрицу D :

$$F = \begin{bmatrix} \mu_{F1}(N_1)/N_1 & \mu_{F1}(N_2)/N_2 & \mu_{F1}(N_3)/N_3 & \dots & \mu_{F1}(N_n)/N_n \\ \mu_{F2}(N_1)/N_1 & \mu_{F2}(N_2)/N_2 & \mu_{F2}(N_3)/N_3 & \dots & \mu_{F2}(N_n)/N_n \\ \mu_{F3}(N_1)/N_1 & \mu_{F3}(N_2)/N_2 & \mu_{F3}(N_3)/N_3 & \dots & \mu_{F3}(N_n)/N_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_{Fn}(N_1)/N_1 & \mu_{Fn}(N_2)/N_2 & \mu_{Fn}(N_3)/N_3 & \dots & \mu_{Fn}(N_n)/N_n \end{bmatrix},$$

Во время присваивания сложности надо учитывать компетентность эксперта. Для этого следует перемножить матрицы $F \times U$.

$$F \times U = \begin{bmatrix} (\mu_{F1}(N_1)/N_1) \times (\mu_{y1}(c_1)/c_1) & \dots & (\mu_{F1}(N_n)/N_n) \times (\mu_{y1}(c_n)/c_n) \\ (\mu_{F2}(N_1)/N_1) \times (\mu_{y2}(c_1)/c_1) & \dots & (\mu_{F2}(N_n)/N_n) \times (\mu_{y2}(c_n)/c_n) \\ (\mu_{F3}(N_1)/N_1) \times (\mu_{y3}(c_1)/c_1) & \dots & (\mu_{F3}(N_n)/N_n) \times (\mu_{y3}(c_n)/c_n) \\ \dots & \dots & \dots \\ (\mu_{DF}(N_1)/N_1) \times (\mu_{ym}(c_1)/c_1) & \dots & (\mu_{Fn}(N_n)/N_n) \times (\mu_{ym}(c_n)/c_n) \end{bmatrix},$$

Далее необходимо определить согласованность мнений участников экспертной группы:

$$W = \frac{12 S}{l^2 (m^3 - m)},$$

где S - сумма квадратов отклонений всех оценок рангов каждого объекта экспертизы от среднего значения; l - количество членов экспертной группы;

m - число тестовых заданий.

Согласованность W изменяется в диапазоне $0 \leq W \leq 1$, причем 0 - полная несогласованность, 1 - полное единодушие [3]. Этот коэффициент задается в пределах общепринятых значений $0,99 \leq W \leq 0,7$.

Количество экспертов l , необходимое для точности измерения, следует устанавливать на основе закона распределения мнений экспертной группы и максимально допустимой стандартно ошибки оценки S_x . На основе этого, возможно определить минимальное количество экспертов l , обеспечивающих необходимую точность измерения:

$$l = \sqrt{\frac{S_x}{S_{LQ}}},$$

где S_x - максимально допустимая стандартная ошибка оценки; S_{LQ} - отклонение.

$$S_{LQ} = \sqrt{\left(\frac{1}{n_{1-1}} \sum (x_1 - \bar{x})^2 \right)},$$

где \bar{x} - среднеарифметическое значение оценок экспертов; n_{1-1} - число оценок, дававшихся экспертами [1].

После этого необходимо определить среднее по всем экспертам группы значение $\mu_{Fi}(N_j)$.

$$\mu_{Fi}^{cp}(N_j) = \frac{\sum_{j=1}^n \mu_{Fi}(N_j)}{l},$$

Коэффициент весомости определяем по формуле (9):

$$\mu_i(N_j) = \frac{\mu_{Fi}^{cp}(N_j)}{\sum_{i=1}^N \mu_{Fi}(N_j)},$$

При классической форме прохождения теста время выполнения заданий не учитывается, или же является ограничивающим фактором,

когда тест заканчивается, если тестируемый не уложился в заданный промежуток времени. Однако при правильном подходе учет времени может показать экспертам полноту и глубину знаний тестируемого. Хорошо подготовленный студент, может быстрее реагировать на тестовое задание и выбирать правильный ответ, не тратя время на прочтение остальных ответов, или не вчитываясь в вопрос уже зная, как полно на него ответить. При множественном выборе такой студент не будет анализировать представленные ответы, а сразу укажет правильные из списка. Студент, обладающий полными знаниями, не будет вчитываться в вопрос и долго раздумывать над его содержанием, а сразу будет указывать правильный ответ. Педагоги, проверяющие результаты такого тестируемого смогут оценивать не только правильность, но и скорость прохождения теста, что напрямую сигнализирует о хорошей подготовке.

Необходимо разделить общее время выполнения всего теста на некие промежутки выполнения одного тестового задания, которые будут находиться в пределах t_{min} и t_{max} .

Эти временные промежутки измеряются в секундах и переводятся экспертами в функцию μt (множество «быстрый ответ»). Каждый эксперт сам определяет значение каждого временного промежутка для отдельного вопроса и присваивает свой коэффициент каждому из промежутков.

Разобьем интервал от t_{min} до t_{max} на 10 отрезков: $T_{it} = \{\mu t(1)/1, \mu t(2)/2, \mu t(3)/3, \dots, \mu t(10)/10\}$ – мнение одного эксперта.

На основе полученных значений сформируем матрицу T [3].

$$T = \begin{pmatrix} \mu_{i1}(1)/1 & \mu_{i1}(2)/2 & \mu_{i1}(3)/3 & \dots & \mu_{i1}(10)/10 \\ \mu_{i2}(1)/1 & \mu_{i2}(2)/2 & \mu_{i2}(3)/3 & \dots & \mu_{i2}(10)/10 \\ \mu_{i3}(1)/1 & \mu_{i3}(2)/2 & \mu_{i3}(3)/3 & \dots & \mu_{i3}(10)/10 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_{im}(1)/1 & \mu_{im}(2)/2 & \mu_{im}(3)/3 & \dots & \mu_{im}(10)/10 \end{pmatrix},$$

Согласованность мнения экспертов определяем по величине коэффициента W (формула 5).

Учет времени и сложности вопроса, а так же количество правильных ответов не достаточны для определения полноты знаний. Разработчиками тестовых систем и самих тестов необходимо создавать такие тестовые задания, учитывая более широкий круг критериев и функциональное назначение отдельных тестов. Этапы тестирования могут быть разными. Как уже говорилось выше, это может быть

промежуточный контроль, итоговый контроль, проверка остаточных знаний. Следовательно, и подсчет итоговой оценки за прохождения теста необходимо вести с учетом приоритета цели и уровня правильности ответа.

При создании тестовых заданий не следует ограничиваться только одними стандартными формами построения теста. Имеется в виду так называемая открытая форма, где есть вопрос и несколько вариантов ответов, один из которых правильный. В этом случае существует возможность просто угадать ответ. Необходимо использовать и другие формы задания. Такие как: закрытая форма, установление соответствия, установление порядка, множественный выбор. Каждая из таких форм будет иметь свой «вес», назначаемый участниками экспертной группы.

Создадим множество «качество ответа», которое разделим на четыре группы:

«отличный ответ» (4), «хороший ответ» (3), «удовлетворительный ответ» (2), «неправильный ответ» (1). В данном случае мнение одного эксперта будет выглядеть так:

$$N_{ijpr} = \{\mu_{pr}(4)/4, \{\mu_{pr}(3)/3, \{\mu_{pr}(2)/2, \dots, \{\mu_{pr}(1)/1\},$$

где i- i-итый вопрос; j- j-итый эксперт.

Сформируем матрицу N_j

$$N_j = \begin{pmatrix} \mu_1^{pr}(4) & \mu_1^{pr}(3) & \mu_1^{pr}(2) & \mu_1^{pr}(1) \\ \mu_2^{pr}(4) & \mu_2^{pr}(3) & \mu_2^{pr}(2) & \mu_2^{pr}(1) \\ \mu_3^{pr}(4) & \mu_3^{pr}(3) & \mu_3^{pr}(2) & \mu_3^{pr}(1) \\ \mu_n^{pr}(4) & \mu_n^{pr}(3) & \mu_n^{pr}(2) & \mu_n^{pr}(1) \end{pmatrix},$$

Далее необходимо воспользоваться коэффициентом согласованности W (формула 5).

Для определения средних показателей мнений экспертов по каждому из критериев (сложность, время, правильность) надо воспользоваться дефазификацией нечеткого множества [2]:

$$A = \sum_{i=1}^k \mu_A(B_i) / B_i,$$

по методу центра тяжести:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^k u_i * \mu_A(B_i)}{\sum_{i=1}^k \mu_A(B_i)},$$

где В – уровень важности вопроса для студента. Имеется ввиду, что вопросы по дисциплинам специализации имеют более высокий приоритет.

Далее рассчитывается максимально возможное значение по всем вопросам теста [2]:

$$P_{ц}^{\max} = \sum_{i=1}^n \left(\mu_{Fi}^{\text{cp}} \times \mu_{ii}^{\text{cp max}} \times \mu_{\text{np } i}^{\text{cp max}} \right),$$

где n – количество вопросов теста.

После завершения тестирования, студент получает некий результат:

$$P_{ц}^{\text{реал}} = \sum_{i=1}^n \left(\mu_{Fi}^{\text{cp}} \times \mu_{ii}^{\text{cp - реал}} \times \mu_{\text{np } i}^{\text{cp - реал}} \right),$$

Реальная оценка получается из соотношения итогового результата к максимально возможному идеальному результату.

$$\text{Результат} = \frac{P_{ц}^{\text{Реал}}}{P_{ц}^{\max}},$$

Заключение

В результате применения данной модели можно получить гораздо более точные сведения об уровне знаний обучаемых. В классической форме обучения итоговая оценка знаний может быть использована при формировании индивидуальных учебных планов или применяться для контроля остаточных знаний. В дистанционной форме обучения такие тестовые задания могут иметь различные функции для каждого из этапов обучения и способны максимально приблизиться к классической форме сдачи экзамена.

Применение экспертных систем в данной модели предоставляет возможность формировать тестовые задания, основываясь на мнении множества специалистов в предметной области, методистов и психологов, что позволяет получить более узконаправленные задания,

или подготовить тесты для углубленного анализа психофизиологических особенностей обучаемых.

Литература

1. Кузьмина И. А., Устинов В. А. Принципы и методы создания курсов дистанционного обучения // Университетское управление: практика и анализ. – 2000. – №. 1.
2. Вайндорф-Сысоева М., Грязнова Т., Шитова В. Методика дистанционного обучения. Учебное пособие для СПО. – Litres, 2020.
3. Неустроева М. П. Концепция создания системы дистанционного обучения в высшем учебном заведении // Ученые записки ИУО РАО. – 2016. – №. 4. – С. 60.