

УДК 004.04

Н. В. Щербак,
Г. В. Табунщик, канд. техн. наук

МЕТОД РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Аннотация. Рассмотрены основные формы и принципы композиции тестовых заданий. Разработан метод распределения тестовых заданий по уровням сложности, который основан на экспертной оценке с дальнейшей обработкой экспертных показателей с помощью многослойного перцептрона. Приведены результаты эксперимента по определению качества и уровня сложности тестовых заданий.

Ключевые слова: статистическая обработка результатов, экспертная оценка, уровень сложности, нейронная сеть, многослойный перцептрон

N. Shcherbak,
G. Tabunshchuk, PhD.

THE TEST TASKS DISTRIBUTION METHOD

Abstract. The basic forms and principles of the composition of the test tasks are considered. The method distributing of test tasks on levels of difficulty, which is based on the expert assessment with further processing of expert data by a multilayer perceptron, is developed. The experiment results on determining the quality and the level of difficulty of the test tasks are given.

Keywords: statistical processing of the results, expert assessment, level of difficulty, neural network, multilayer perceptron

Н. В. Щербак,
Г. В. Табунщик, канд. техн. наук

МЕТОД РОЗПОДІЛУ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ

Анотація. Розглянуто основні форми та принципи композиції тестових завдань. Розроблено метод розподілу тестових завдань за рівнями складності, який заснований на експертній оцінці з подальшою обробкою експертних показників за допомогою багатослоєвого перцептрона. Наведено результати експерименту з визначення якості та рівня складності тестових завдань.

Ключові слова: статистична обробка результатів, експертна оцінка, рівень складності, нейронна мережа, багатослоєвий перцептрон

Введение

Разработка и внедрение инновационных прогрессивных информационных систем компьютерного тестирования является актуальным направлением процесса информатизации образования, что позволяет повысить качество обучения и контроля знаний студентов.

Актуальность тестовой формы компьютерного контроля знаний обусловлена следующими преимуществами [1]: научная обоснованность теста, дающая объективную оценку; технологичность; точность определений; наличие единых требований для всех испытуемых; совместимость тестовых технологий с другими современными образовательными технологиями.

Алгоритм составления тестового материала следующий: структурирование учебного материала; становление логических связей между элементами учебного контента; составление тестовых заданий; выбор оптимальной формы тестовых заданий; составление плана теста; проверка теста на большой выборке испытуемых.

Существует несколько форм тестовых заданий, среди которых можно выделить четыре [2]: с выбором правильного ответа; открытая форма; на установление соответствия; на установление правильной последовательности. Остальные формы тестовых заданий являются либо вариантами одной из перечисленных, либо смешение двух и более форм.

Для построения тестовых заданий используются следующие принципы композиции [2 – 3]: противоречия; противоположности; однородности; кумуляции; сочетания; градуирования; удвоенного противопоставления; фасетности содержания задания; импликация; формирования заданий с ответами, правильными в различной мере; сочетание принципов.

Постановка задачи

Точность оценки уровня подготовки студента варьируется от качества тестового материала. Определить качество тестовых заданий возможно автоматически в ходе статистической обработки результатов тестирования [2 – 7] и с помощью оценки экспертов [8].

К основным показателям статистической обработки результатов тестирования относятся: $P_j = R_j / N$ – доля правильных ответов (где R_j – число правильных ответов на j -е задание; N – количество тестовых заданий в тесте); $Q_j = W_j / N$ – доля неправильных ответов (где W_j – число неправильных ответов на j -е задание); $P_j Q_j$ – дисперсия j -го тестового задания (показатель вариации); $\sqrt{P_j Q_j}$ – стандартное отклонение результатов испытуемых по j -му заданию; $\ln P_j Q_j$ – логит трудности j -го тестового задания.

© Щербак Н.В., Табунщик Г.В., 2015

Недостатком статистической обработки результатов тестирования является то, что исходный тестовый материал необходимо испытать на достаточно большой выборке обучающихся (не менее 150-200 человек). Обычно это накопление данных на протяжении 3-5 лет. За этот период могут меняться условия и среда обучения, что влияет на статистические показатели результатов тестирования. Также изменения условий и среды обучения влияет и на уровень сложности тестового задания, потому что один и тот же вопрос для разных студентов, которые изучали дисциплину у разных преподавателей по разному методическому обеспечению, может иметь, по их мнению, разный уровень сложности.

Также статистические показатели зависят и от мотивации тестируемых. В табл. 1 приведено сравнение результатов одних и тех же тестируемых по дисциплине «Компьютерная логика» после прохождения подготовительных курсов и вступительного экзамена в университет, где тестируемые отвечали на идентичные тестовые задания, составленные по принципу фасетности содержания задания.

1. Сравнение результатов тестирования

Тестирование	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Итоговое	61	46	59	54	64	56	82	82	51	24	53	70	49	47	38	35	57	43	30
Вступительное	95	94	93	93	92	90	89	84	83	76	74	73	64	64	64	64	40	37	37

Понятно, что мотивация тестируемых при поступлении в университет выше, чем при тестировании после окончания подготовительных курсов. Соответственно результаты вступительного экзамена выше (в среднем на 20 %), чем результаты итогового тестирования, это говорит о том, что подготовка к тестированию в первом случае качественнее.

Наиболее эффективными считаются экспертные методы [8], к которым относятся индивидуальная экспертная оценка, морфологический экспертный метод, рейтинг, самооценка обследуемых, педагогический консилиум, групповая экспертная оценка и др. При использовании экспертных методов одной из основных проблем является компетентность экспертов и наличие таковых.

Для обеспечения индивидуального подхода к обучению необходимо иметь механизм, позволяющий классифицировать тестовые задания по уровням сложности.

Целью данной работы является разработать метод, позволяющий распределить тестовые задания по уровням сложности.

Алгоритм метода распределения тестовых заданий

Авторами разработан метод распределения тестовых заданий на основе экспертной оценки с обработкой экспертных показателей с помощью нейронной сети.

На рис. 1 показан алгоритм метода распределения тестовых заданий, суть которого заключается в следующем:

1) проводится итоговое тестирование по окончании изучения определенного курса;

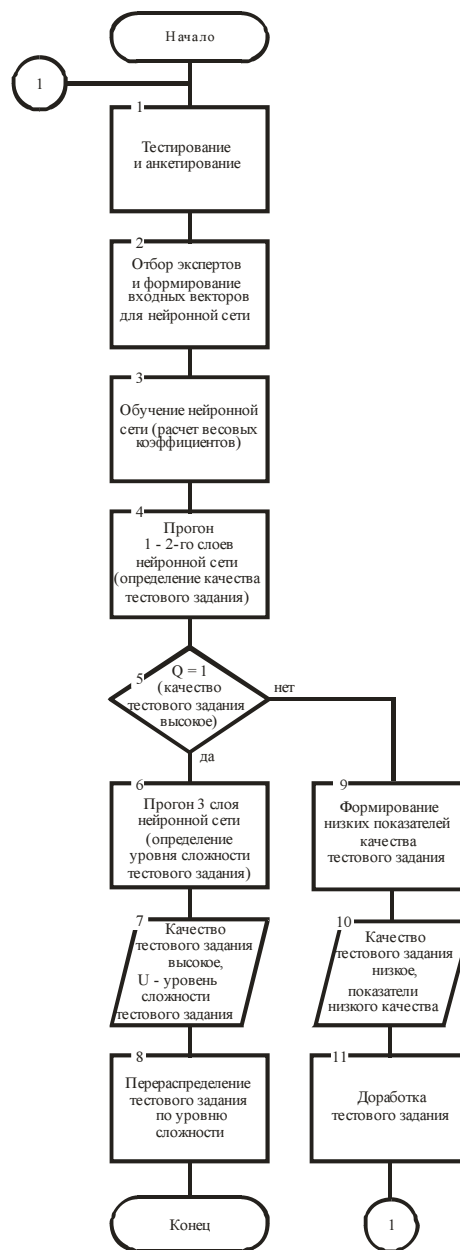


Рис. 1. Алгоритм метода распределения тестовых заданий

2) рассчитываются результаты и отбираются для дальнейшего опроса студенты, которые показали высокий бал. Вопросы анкеты формируются согласно показателям качества тестовых заданий.

Основные из них: краткость формулировки задания и вариантов ответов; корректность (отсутствие лишних слов); логичность (формулировка задания в виде суждения); свернутость; достаточность (необходимое количество вариантов ответов); содержательность (соответствие задания учебной программе); значимость (уровень значимости содержания задания); форма задания; однозначность задания; ясность инструкции к заданию; уровень сложности задания; оценивание задания и т.д.;

3) формируются входные вектора для нейронной сети. Каждый входной вектор состоит из набора ответов на соответствующий вопрос анкеты;

4) проводится обучение нейронной сети, в процессе которого формируются весовые коэффициенты. В алгоритме 1 представлены этапы обучения нейронной сети для первого уровня сложности тестовых заданий.

1	$i = 1..m$ // m - длина входного вектора, которая зависит от количества экспертов
2	$w_i = 0$ // весовые коэффициенты
3	$t = 1/3$ // выходное значение для первого уровня сложности
4	// входные вектора для обучения первого уровня сложности, длина которых равна m $p_{1,0} = \{1,1,\dots,1,1,1\}$ $p_{1,m} = \{1,1,\dots,1,2,2,2\}$
5	// нахождение w_i для всех входного вектора p_0
	$\left(t - \frac{1}{1 + \exp\left[-\left(\sum_{i=1}^m w_i * p_{0,i}\right)\right]} \right)^2 = 0$
6	// определение уровня сложности для входного вектора p_0
	$T = \begin{cases} \Sigma \leftarrow w * p_0 \\ a \leftarrow \frac{1}{1 + \exp(-\Sigma)} \\ T \leftarrow a \\ T \end{cases}$
7	$\Delta = t - T $ // относительная погрешность
8	$\delta = \frac{\Delta}{t}$ // абсолютная погрешность
9	п.5 – п. 8 повторить для всех входных векторов обучения нейронной сети

Алгоритм 1. Обучение нейронной сети для первого уровня сложности

Обучение нейронной сети для 2-го и 3-го уровня сложности будут отличаться входными векторами для обучения (от $p_{2,0} = \{2,2,\dots,2,2,2,2\}$ до $p_{2,m} = \{2,2,\dots,2,3,3,3\}$ для 2-го уровня сложности и от $p_{3,0} = \{3,3,\dots,3,3,3,3\}$ до $p_{3,m} = \{3,3,\dots,3,2,2,2\}$ для третьего уровня) и выходными значениями t ($t = 2/3$ для второго уровня сложности и $t = 1$ для третьего уровня). В качестве нейронной сети был выбран многослойный персептрон с логистической функцией активации [9];

5) процесс прогона первого и второго слоя нейронной сети. На выходе второго слоя получаем 1 или 0, что показывает, является ли данное тестовое

задание качественным. Если тестовое задание не отвечает хотя бы одному из показателей качества, то такое тестовое задание считается не качественным и требует доработки. Количество входов нейронной сети будет зависеть от количества экспертов. Количество нейронов в первом слое будет зависеть от количества вопросов анкеты, связанных с определением качества тестовых заданий;

6) если на выходе второго слоя 1, то тестовое задание является качественным по показателям, сформированным в опросе, и далее определяем уровень сложности задания. Уровень сложности определяется с помощью однослойного персептрона с количеством входов, которые соответствуют количеству экспертов. На вход персептрона подается вектор с ответами на вопрос анкеты, связанного со сложностью задания и на выходе получаем уровень сложности тестового задания;

7) проводится перераспределение тестовых заданий по уровням сложности.

В результате организованна обратная связь со студенческой аудиторией и преподаватели получают возможность объективно перераспределить тестовые задания по уровням сложности.

Результаты эксперимента

Был проведен эксперимент [10], в котором проверялись некоторые показатели качества тестовых заданий по дисциплине «Компьютерная логика» и определялись уровни сложности тестовых заданий с помощью разработанного метода распределения тестовых заданий. Тест состоял из тридцати заданий трех уровней сложности (по десять вопросов каждого уровня сложности).

Уровень сложности вопроса			Суть вопроса			Корректность вариантов ответов		
простой	средний	сложный	непонятный	не достаточно понятный	понятный	некорректные	не достаточно корректные	корректные
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Рис. 2. Вопросы анкеты

В эксперименте согласились принять участие шестнадцать человек, это студенты 4-го курса, изучавшие данный предмет на 1-м курсе и имеющие достаточно высокий уровень знаний. Студенты должны были пройти тест, результаты которого приведены в табл. 2 и ответить на вопросы анкеты (рис. 2), одним из которых относился к определению уровня сложности тестового задания. Впоследствии из шестнадцати ответов студентов были отобраны по десять на каждое тестовое задание. Это ответы студентов, которые ответили на данное тестовое задание правильно или имели более высокий бал за пройденный тест (в табл. 2 эти ответы выделены серым цветом).

2. Результаты экспериментального тестирования

№№	Тестовые задания, j																														Yi	Si			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
Испытуемые, i	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	25	84		
	2	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	25	84	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	26	83
	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	25	81	
	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	25	81	
	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	25	81
	7	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	23	79	
	8	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	24	79	
	9	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	22	77
	10	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	22	76
	11	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	22	75	
	12	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	21	71	
	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	22	69
	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	22	69	
	15	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	20	67	
	16	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	20	64	
Rj	15	14	16	13	15	6	7	15	13	3	12	13	10	14	16	16	14	16	16	10	15	15	15	13	11	14	15	7	1	9					
Wj	1	2	0	3	1	10	9	1	3	13	4	3	6	2	0	0	2	0	0	6	1	1	1	3	5	2	1	9	15	7					
Pj	0,900	0,900	1,000	0,800	0,900	0,400	0,400	0,900	0,800	0,200	0,800	0,800	0,600	0,900	1,000	1,000	0,900	1,000	0,600	0,900	0,900	0,900	0,800	0,700	0,900	0,900	0,400	0,100	0,600						
Qj	0,100	0,100	0,000	0,200	0,100	0,600	0,600	0,100	0,200	0,800	0,300	0,200	0,400	0,100	0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,400	0,100	0,100	0,100	0,200	0,300	0,100	0,100	0,600	0,900	0,400					
PjQj	0,090	0,090	0,000	0,180	0,090	0,240	0,240	0,090	0,160	0,160	0,240	0,160	0,240	0,090	0,000	0,000	0,090	0,000	0,000	0,240	0,090	0,090	0,090	0,140	0,210	0,090	0,090	0,240	0,090	0,240					

3. Ответы студентов

№№	Тестовые задания, j																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Испытуемые, i	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	
	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	2
	3	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2
	4	1	1	1	1	1	2	1	2	2	3	2	1	3	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	3	1	1	2	2
	5	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	2	2	3	1	1	2	2	3	2	3	2	2	2	1	1	2	2	1	2	3	2
	6	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1	3	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	3	2	2
	7	1	3	1	2	1	1	3	1	1	3	2	1	3	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	3	1	1	2	2	3	
	8	1	1	2	1	1	1	2	2	2	3	2	1	3	1	1	1	2	2	2	1	1	2	1	3	2	1	1	3	2	2	
	9	1	3	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	3	1	1	1	2	2	2	3	1	2	2	2	2	1	1	3	2	2	
	10	2	3	1	2	1	1	1	1	1	2	3	1	3	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	3	1	2
U	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	3	1	1	1	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	
Δ	3,8E-05	6,8E-05	3,8E-05	7,6E-05	3,8E-05	8E-06	2,6E-06	2,6E-06	2,6E-06	2,6E-06	8E-06	6,1E-05	0,00011	0,00016	0,00011	3,8E-05	2E-05	0,00002	6,7E-06	0,00002	6,7E-06	0,00011	3,8E-05	0,0001	6,8E-05	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
δ	0,00011	0,0001	0,00011	0,00011	0,00011	8E-06	2,6E-06	2,6E-06	2,6E-06	2,6E-06	8E-06	6,1E-05	0,00016	0,00011	0,00011	3,8E-05	2E-05	0,00002	6,7E-06	0,00002	6,7E-06	0,00011	3,8E-05	0,0001	6,8E-05	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

По результатам анкетирования на вопрос, связанного с пониманием сути тестового задания, студенты практически все дали третий вариант ответа – «понятный». С вопросом о корректности вариантов ответов аналогичная ситуация. Соответственно, после прогона первого и второго слоя нейронной сети, все тридцать тестовых задания оказались качественными по двум показателям. В табл. 3 представлены ответы на вопрос, связанного с определением уровня сложности, из которой видно, что мнение студентов неоднозначно. Здесь серым цветом отмечены ответы студентов, которые не справились с определенным тестовым заданием, но выступают в роле экспертов.

Показатель U – уровень сложности тестового задания, полученный в результате прогона ответов студентов через третий слой нейронной сети, из которого видно, что для студентов 4-го курса тестовые задания дисциплины 1-го курса оказались достаточно легкими. Соответственно если эти задания включать в итоговый тест обучения (государственная аттестация для получения квалификационного уровня бакалавра) или во вступительный экзамен (для дальнейшего получения квалификационного уровня специалиста или магистра), то данные тестовые задания будут относиться к первому или второму уровню сложности, согласно полученным результатам.

В будущем планируется применить разработанный метод непосредственно в рамках изучения данной дисциплины с дальнейшим перераспределением тестовых заданий по уровням сложности и выявлением возможных недостатков, как тестового материала, так и изложения учебного материала и представления учебного контента. Например, тестовые задание № 10 и № 29 имеют большое количества не правильных ответов притом, что суть вопроса студентам была понятна и представленные варианты ответов корректны. Следовательно, преподаватель должен либо уделить этим вопросам больше внимания в изложении учебного материала, либо вынести их на самостоятельную подготовку и соответственно определить их к более высокому уровню сложности.

Выводы

В ходе работы разработан метод распределения тестовых заданий, основанный на экспертной оценке с дальнейшей обработкой экспертных показателей с помощью многослойного персептрона. Это позволило организовать обратную связь со студенческой аудиторией, а также преподаватели получают данные по качественным показателям тестовых заданий и имеют возможность объективно перераспределить задания по уровням сложности. В дальнейшем планируется полученный метод распределения тестовых заданий использовать при разработке информационной системы контроля качества тестовых заданий.

Список использованной литературы

1. Білан Л. В. Сучасні методики контролю якості навчання студентів / Л. В. Білан, Ю. В. Гуцуляк // Науковий вісник нац. університету біоресурсів і природокористування України. – 2010. – № 146. – С. 258 – 262.
2. Аванесов В. С. Композиция тестовых заданий: Учебная книга / В. С. Аванесов. – Изд. 2-е, исп. и доп. – М. : Центр тестирования. – 2002. – 240 с. – ISBN 5-94635-071-4.
3. ПасхOVER И. Л. Педагогический тест как инструмент системы оценки и контроля качества образования / И. Л. ПасхOVER // *Magister Dixit*. – 2011. – № 4. – С. 175 – 185.
4. Аванесов В. С. Проблема объективности педагогических измерений / В. С. Аванесов // Педагогические измерения. – 2008. – № 3. – С. 3 – 40.
5. Аванесов В. С. Проблема эффективности педагогических измерений / В. С. Аванесов // Педагогические измерения. – 2008. – № 4. – С. 3 – 24.
6. Крисилов В. А. Методика анализа педагогических тестов по результатам тестирования / В. А. Крисилов, Т. В. Онищенко, Н. В. Русинова // Труды Одесского политехнического университета. – 2007. – № 2(28). – С. 198 – 203.
7. Крисилов В. А. Технология оценки и повышения репрезентативности педагогического теста на базе статистических характеристик учебного материала / В. А. Крисилов, Е. А. Городничая, Т. В. Онищенко, Нгок Хиу Ву // *Электротехнические и компьютерные системы*. – 2014. – № 13(89). – С. 99 – 104.
8. Атоев Э. Х. Экспертная оценка качества предметных тестовых заданий — один из важных аспектов развития дидактического тестирования / Э. Х. Атоев, А. Ю. Шомуродов // Молодой ученый. – 2014. – № 21. – С. 101 – 104.
9. Ou G., and Murphey Y.L., (2007), Multi-class Pattern Classification using Neural Networks, *Journal of Pattern Recognition Society*, Vol. 40, pp. 4 – 18.
10. Щербак Н. В. Обучающий эксперимент для интерактивной образовательной среды / Н. В. Щербак, Г. В. Табунщик // Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій. Тези доповідей VII міжнародної науково-практичної конференції. – Запоріжжя : ЗНТУ. – 2014. – С. 254 – 255.

Получено 15.05.2015

References

1. Bilan L.V., Guculjak Ju.V. Suchasni metodyky kontrolju jakosti navchannja studentiv [Modern Methods of Quality Control of Training Students], (2010), *Naukovyj Visnyk Nac. Universytetu Bioresursiv i Pryrodokorystuvannja Ukrai'ny Publ.*, Vol. 146. – pp. 258 – 262 (In Ukrainian).
2. Avanesov V.S. Kompozitsiya testovykh zadaniy [The Composition of the Test Tasks], (2002), Moscow, Russian Federation, *Tsentr Testirovaniya Publ.*, 240 p. (In Russian).

3. Paskhover I.L. Pedagogicheskii test kak instrument sistemy otsenki i kontrolya kachestva obrazovaniya [Pedagogical Test as a Tool for System of Evaluation and Control of the Quality of Education], (2011), *Magister Dixit*, Vol. 4, pp. 175 – 185 (In Russian).

4. Avanesov V.S. Problema ob"ektivnosti pedagogicheskikh izmerenii [The Problem of Objectivity Pedagogical Measurements], (2008), *Pedagogicheskie Izmereniya*, Vol. 3, pp. 3 – 40 (In Russian).

5. Avanesov V.S. Problema effektivnosti pedagogicheskikh izmerenii [The Problem of Efficiency Pedagogical Measurements], (2008), *Pedagogicheskie Izmereniya*, Vol. 4, pp. 3 – 24 (In Russian).

6. Krisilov V.A., Onishchenko T.V., and Rusinova N.V. Metodika analiza pedagogicheskikh testov po rezul'tatam testirovaniya [The Method of Analysis of Pedagogical Tests by Results of Testing], (2007), *Trudy Odesskogo Politekhnikeskogo Universiteta Publ.*, Vol. 2(28), pp. 198 – 203 (In Russian).

7. Krisilov V.A., Onishchenko T.V., Gorodnichaya E.A., and Ngok Khiu Vu. Tekhnologiya otsenki i povysheniya reprezentativnosti pedagogicheskogo testa na baze statisticheskikh kharakteristik uchebnogo materiala [Technology of the Evaluation and Improvement of the Representativeness of the Pedagogical Test Based on Statistical Characteristics of the Educational Material], (2014), *Elektrotekhnicheskie i Komp'yuternye Systems Publ.*, Vol. 13(89), pp. 99 – 104 (In Russian).

8. Atoev Je.H., and Shomurodov A.Yu. Ekspertnaya otsenka kachestva predmetnykh testovykh zadaniy – odin iz vazhnykh aspektov razvitiya didakticheskogo testirovaniya [Expert Evaluation of the Quality of Subject Test Tasks – One of the Important Aspects of the Development of the Didactic Testing], (2014), *Molodoi Uchenyi Publ.*, Vol. 21, pp. 101 – 104 (In Russian).

9. Ou G., and Murphey Y.L., (2007), Multi-class Pattern Classification using Neural Networks, *Journal of Pattern Recognition Society*, Vol. 40, pp. 4 – 18 (In English).

10. Shcherbak N.V., and Tabunshchik G.V. Obuchayushchii eksperiment dlya interaktivnoi obrazovatel'noi sredy [Learning Experiment for Interactive Educational Environment], (2014), *Zaporizhzhja, Ukraine, ZNTU Publ.*, pp. 254 – 255 (In Russian).



Щербак
Наталья Владимировна,
аспирант каф. программных
средств Запорожского нац. техни-
ческого ун-та,
+38 (066) 070-06-59.
E-mail: sherbak_nat@mail.ru



Табунщик
Галина Владимировна,
канд. техн. наук, доцент
каф. программных средств
Запорожского нац. технического
ун-та.
E-mail:
galina.tabunshchik@gmail.com