

УДК 378 (Высшее образование. Университеты. Академическое обучение)

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ В УНИВЕРСИТЕТЕ

© 2019 Е.Н. Рябинова¹, Ю.В. Гуменникова², Л.В. Кайдалова²

Рябинова Елена Николаевна, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры «Психология и педагогика».

E-mail: eryabinova@mail.ru

Гуменникова Юлия Валериевна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры «Прикладная математика, информатика и информационные системы». E-mail: gumennikov@yandex.ru

Кайдалова Людмила Витальевна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры «Прикладная математика, информатика и информационные системы». E-mail: ludmila.kaid@gmail.com

¹ Самарский государственный технический университет. Самара, Россия

² Самарский государственный университет путей сообщения. Самара, Россия

Статья поступила в редакцию 09.07.2019

В статье описывается педагогический эксперимент, состоящий в применении разработанного авторами фонда оценочных средств по математическому анализу для бакалавров направления 38.03.01 «Экономика» и проведении контрольно-оценочных мероприятий, таких как контрольные и самостоятельные работы, зачет и экзамен по дисциплине, система накопления баллов для промежуточной аттестации. Сравнение экспериментальной и контрольной групп студентов, проведенное по итогам сдачи зачета и экзамена показало эффективность применения предлагаемых КОМ в динамике. Для более точного анализа данные результатов промежуточного тестирования контрольной и экспериментальной групп подвергнуты статистической обработке: для случайной величины D – доли правильно решенных тестовых заданий отдельным студентом – построены вариационные ряды, вычислены основные числовые характеристики, доказан нормальный закон распределения с помощью критерия согласия Пирсона, вычислены доверительные интервалы для оценки неизвестного математического ожидания. Проведенный эксперимент позволяет констатировать повышение качества математической подготовки бакалавров университета при использовании предлагаемых оценочных средств.

Ключевые слова: оценочные средства, компетенции, образовательные технологии, контрольно-оценочные мероприятия, нормальный закон распределения.

Введение. Согласно последним ФГОС ВПО обучение рассматривается с точки зрения освоения содержания дисциплины обучающимися, то есть результатом освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) является то, что будет знать и уметь обучающийся после изучения дисциплины. Соответственно, эти результаты обучения должны быть конкретными и измеряемыми.

Анализ. В настоящее время достаточно полно обоснована теория педагогических измерений, с использованием, например, технологии тестирования [1]. Различные аспекты процедуры оценивания и формирования оценочных средств рассматриваются в работах российских [2; 3; 4; 5; 6] и зарубежных [7] исследователей. Однако развивающая и корректирующая сторона процедуры оценивания пока представлены слабо. Оценочная процедура рассматривается как заключительный

этап обучения, присутствует негативное отношение к введению инновационных оценочных средств, нет понимания необходимости соотносить результаты оценки с самооценкой обучающихся. Необходимы научно обоснованные системы оценки компетенций, без которых переход на компетентностное обучение невозможен. Нужно учитывать все связи между знаниями, умениями, навыками (ЗУН) для установления качества сформированных компетенций, обеспечивать итоговую оценку компетенций выпускников и степень их общей готовности к профессиональной деятельности [8].

Одним из неотъемлемых компонентов осуществления основной образовательной программы (ООП) является оценка эффективности ее освоения обучающимися. В качестве основы, при разработке ВУЗом средств и методов контрольно-оценочных мероприятий (оценочных средств)

выступают установленные компетенции выпускников и запланированные на их основе результаты освоения дисциплин в виде ЗУН.

Таким образом, оценка результатов образования на основе компетентного подхода подразумевает необходимость внедрения таких оценочных средств, которые позволят оценивать не только полученные студентом знания, но и уровень сформированности компетенций. С учетом данного подхода, безусловно, изменится и функция оценки компетентностно-ориентированной ООП ВПО. Она должна будет заключаться в трансформации оценивания от выполнения *задачи контроля* к выполнению *задачи развития*. Другими словами, приоритетом оценивания должно стать определение вектора, направленного на улучшение результата. Процесс оценки должен обеспечивать возможность сравнения установленного необходимого набора знаний с достигнутым уровнем компетенций. Результаты такой оценки должны быть выражены количественно, вне зависимости от степени сложности процесса оценивания данной компетенции. Учитывая вышесказанное, при компетентностно-ориентированном подходе к обучению, наиболее важное значение приобретают:

- ✓ в качестве результата образования – *компетенции*;
- ✓ в качестве способа их формирования – *образовательные технологии*;
- ✓ в качестве инструментария доказательства достижения заданного результата образования – *оценочные средства*, отвечающие основным принципам оценивания, таким как валидность (объект и содержание оценивания должны соответствовать поставленной цели, задачам и функциям контроля и обучения); надежность (используемые методы и средства контроля должны быть нацелены на объективность оценивания) и эффективность (оптимальность выбора целей, методов и средств оценивания).

В данной работе рассматривается педагогический эксперимент по применению контрольно-оценочных мероприятий (КОМ) и внедрению фонда оценочных средств (ФОС) по математическому анализу для бакалавров направления 38.03.01 «Экономика» и описываются его результаты, для наиболее объективной оценки которых применяются методы математической статистики. Эксперимент состоял в сравнении двух групп бакалавров экономической специальности: экспериментальной и контрольной.

Тестирование по вопросам школьного курса математики, позволило сделать вывод о пример-

но одинаковом уровне математической подготовки в контрольной и экспериментальной группах. Последующее же обучение по дисциплине «Математический анализ» в этих группах проводилось по одинаковым рабочей программе и учебному плану, лекционный материал давался одновременно, при этом со студентами контрольной группы практические занятия, контрольные работы, зачет и экзамен проводились по традиционной методике, в то время как при обучении экспериментальной группы применялся разработанный ФОС, включающий в себя следующие составляющие: программа и график, описывающие процедуру и сроки проведения контрольных работ и других оценочных мероприятий на протяжении всего срока обучения; перечень компетенций и программы их оценивания; критерии, позволяющие оценить уровень и качество сформированности компетенций и шкалы оценивания для них; контрольно-измерительные материалы для измерения знаний и умений обучающихся; набор материалов, позволяющих оценить процесс усвоения компетенций на различных этапах обучения; рекомендации для оценки компетенций на всех этапах проверки; рекомендации, устанавливающие порядок проведения зачета и экзамена, а так же разработанные авторами практикумы, существенным отличием которых является полное соответствие тем и часов практических занятий рабочей программе дисциплины и учебному плану, к тому же в конце каждого занятия приводится большое количество самостоятельных заданий с ответами, что позволяет обучающимся при самостоятельной работе наилучшим образом усвоить пройденную тему и получить навыки решения типичных задач. Выполненные студентами самостоятельные работы проверялись на последующих занятиях и, при необходимости, разбирались подробно. Опишем подробнее КОМ, проводимые в экспериментальной группе.

1. Практические занятия.

- ✓ Проводится фронтальный опрос по теоретическому материалу, необходимому для выполнения работы (с оценкой). Для самостоятельной подготовки к экспресс-опросу в начале каждой темы студенту предложены *вопросы для самоподготовки*;
- ✓ проверяется правильность выполнения заданий по предыдущей теме, подготовленных каждым студентом дома (с оценкой). В качестве домашнего задания используются *задачи для самостоятельного решения*, разработанные в 30 вариантах, большинство задач приведено с ответами;
- ✓ изучается методика *решения типичных задач*. Некоторые задачи содержат элементы науч-

ных исследований, которые могут потребовать углубленной самостоятельной проработки теоретического материала. Повышенное внимание уделяется экономической интерпретации изучаемых разделов математического анализа;

- ✓ для обучения и самоконтроля используется интернет-тестирование в сфере профессионального образования (www.i-exam.ru), которое проводится в форме компьютерного тестирования студентов и направлено на проверку выполнения требований ФГОС ВПО.
- ✓ для обучения и контроля знаний используются программы MOODLE.

2. *Контрольные работы.* Задание на контрольную работу выдается в начале изучения соответствующей темы. В состав контрольной работы включается максимальное количество заданий экономического содержания. Студентам предлагаются образцы решений и рекомендации для их выполнения, а также озвучиваются критерии оценки.

3. *Зачет по дисциплине.* Зачет по «Математическому анализу» проводится по окончании первого семестра обучения. Он проводится в письменной форме и состоит из 10 несложных заданий, включающим в себя ключевые задачи по пройденным в семестре темам и задачи экономического содержания. Для получения зачета достаточно верно решить 70% заданий, при этом учитываются дополнительные баллы, «заработанные» обучающимся в семестре. Проверка заданий преподавателем проводится в присутствии и при непосредственном участии сдающего зачет студента, что дает возможность преподавателю получить более объективную информацию о степени подготовки студента, а студенту улучшить свой результат. Если баллов для получения зачета не достаточно, обучающийся направляется на пересдачу, уже зная свои ошибки и недоработки, что содействует повышению качества подготовки.

4. *Экзамен по дисциплине.* Экзамен проводится по окончании второго семестра обучения. Он проводится в письменной и устной формах и состоит из двух частей. В первой части (письмен-

ной) студент получает билет с 10 несложными заданиями, включающим в себя ключевые задачи по пройденным в семестре темам и задачи экономического содержания. Для получения оценки «удовлетворительно» достаточно решить 70% предложенных заданий (баллы за работу в семестре учитываются), для получения оценок «хорошо» и «отлично» необходимо решить 80 – 90% и 90 – 100% заданий соответственно и ответить на теоретический вопрос. При подготовке к ответу разрешается пользоваться *своими* конспектами лекций. После дополнительных вопросов по обсуждаемой теме преподаватель выставляет соответствующую оценку.

5. *Система накопления баллов для промежуточной аттестации.* Каждый обучающийся имеет возможность повышения оценки, выставляемой в результате промежуточной аттестации за счет баллов, «заработанных» им на протяжении семестра (один балл приравнивается к одной правильно решенной задаче на зачете или экзамене). Предлагается система баллов:

- ✓ за 100% посещение лекций – 1 балл;
- ✓ за 100% выполнение самостоятельных работ (домашнее задание) – 0,5 балла;
- ✓ за 70% правильно выполненных заданий теста – 0,5 балла;
- ✓ за оценку «отлично» по контрольной работе, выполненной в семестре – 0,5 балла;
- ✓ за оценку «отлично» по итогам проверки вопросов для самоподготовки – 0,5 балла.

Таким образом, предложенная система накопления баллов дает возможность любому студенту получить хорошую (отличную) оценку по дисциплине при условии напряженной и планомерной учебной работы в течение семестра. Предложенные контрольно оценочные мероприятия позволяют сменить приоритет оценки с функции *контролирующей* на функции *обучающую, развивающую, воспитывающую*. Итоги проведения зачета и экзамена в экспериментальной и контрольной группах представлены в таб. 1 и 2.

Таб. 1 Итоги проведения зачета в 1 семестре (Results of the test in 1 semester)

	Зачет сдан с первого раза	Зачет сдан со второго раза	Зачет сдан с третьего раза	Зачет не сдан
Экспериментальная группа (50 чел.)	17 (34%)	18 (36%)	12 (24%)	3 (6%)
Контрольная группа (49 чел.)	10 (20%)	19 (39%)	15 (31%)	5 (10%)

Таб. 2 Итоги проведения экзамена во 2 семестре (Results of the exam in the 2nd semester)

	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Экспериментальная группа (50 чел.)	12 (24%)	18 (36%)	14 (28%)	6 (12%)
Контрольная группа (49 чел.)	7 (14%)	14 (29%)	18 (37%)	10 (20%)

Сравнении экспериментальной и контрольной групп студентов специальностей «Экономика» показало, что если в экспериментальной и контрольной группах сдавших зачет с первого и второго раза 70% и 59% соответственно, т.е. отличие в 19%, то при сдаче экзамена на «хорошо» и «отлично» (60% и 43% соответственно) это отличие составляет уже 40%, что говорит об эффективности внедрения предлагаемых КОМ в динамике.

Для более точного анализа подвергнем данные результатов промежуточного тестирования контрольной и экспериментальной групп статистической обработке [9; 10; 11]. В таб. 3 приведены данные тестирования по теме «Дифференциальные уравнения», проведенного в экспериментальной и контрольной группах во втором семестре

первого года обучения, практически при окончании изучения дисциплины «Математический анализ». Будем рассматривать случайную величину (СВ) D – долю правильно решенных тестовых заданий отдельным студентом:

$$D = \frac{N_{np}}{N}, \quad D \in [0;1],$$

где N_{np} – количество правильно решенных студентом заданий; N – количество заданий в тесте.

Ранжируем значения введенной СВ D разбив для удобства весь интервал на частичные интервалы, включающие в себя шаг по 10%. Результаты тестирования представлены в таб. 3.

Таб. 3 Итоги тестирования (The results of the test)

Группа	30% – 40%	40% – 50%	50% – 60%	60% – 70%	70% – 80%	80% – 90%	90% – 100
Экспериментальная группа	0	1	2	10	16	15	6
Контрольная группа	1	2	4	13	15	11	3

Рассмотрим случайные величины: СВ X – доля правильно решенных тестовых заданий отдельным студентом экспериментальной группы, СВ Y – студентом контрольной группы. Для выявления закономерности изменения (варьирования) дан-

ных эксперимента их подвергают статистической обработке, подобно описанной в работах [12; 13]. Строятся интервальные вариационные ряды, вычисляются основные числовые характеристики исследуемых случайных величин X и Y (таб. 4).

Таб. 4 Числовые характеристики СВ X и СВ Y (Numerical characteristics of SVH and SVU)

СВ	x_e	D_e	σ_e
X	$x_e = 0,771$	$D_x = 0,0126$	$\sigma_x = 0,112$
Y	$y_e = 0,721$	$D_y = 0,0163$	$\sigma_y = 0,128$

По линиям эмпирической плотности распределений формулируются гипотезы о нормальных законах распределения СВ X и СВ Y , которые проверяются с помощью критерия Пирсона и принимаются. Вообще, для определения закона распределения необходим больший объем выборки, порядка нескольких сотен вариантов. Наш объем не так велик, но, поскольку гипотеза о нормальном распределении принята, мы можем определить некоторые неизвестные параметры этого распределения, в частности, оценить неизвестное мате-

матическое ожидание a . Пусть надежность оценки $\gamma = 0,95$. Доверительный интервал для оценки неизвестного математического ожидания a , покрывающий его с заданной надежностью для $x_e = 0,77$ имеет вид (0,739; 0,801), для $y_e = 0,721$, доверительный интервал (0,685; 0,757). Кроме того, доказанный нормальный закон распределения позволяет воспользоваться правилом «трех сигм»: практически достоверно попадание слу-

чайной величины, распределенной нормально, в интервал $(x_g - 3\delta; x_g + 3\delta)$.

Если доля выполненных верно студентом тестовых заданий не превышает 0,7 ему могут потребоваться дополнительные занятия с преподавателем, после чего проводится повторное тестирование. Вероятность попадания СВХ в заданный интервал для нормального распределения вычисляется:

$$P(\alpha < x < \beta) = \Phi\left(\frac{\beta - x_g}{\sigma_g}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha - x_g}{\sigma_g}\right),$$

где $\alpha = 0$; $\beta = 0,7$. При $x_g = 0,77$, $\sigma_g = 0,112$, тогда $P = 0,2643$, для $x_g = 0,721$, $\sigma_g = 0,128$, $P = 0,4374$.

Таким образом, в экспериментальной группе 26% обучающихся будут нуждаться в консульта-

циях преподавателя, в контрольной группе таких обучающихся будет уже 44%.

Кроме средних значений полезно сравнить рассеивание относительно выборочной средней, для чего вычисляется коэффициент вариации V :

$$V = \frac{\sigma_g}{x_g} \cdot 100\%, \quad V_x = \frac{0,112}{0,771} \cdot 100\% = 14,53\%,$$

$$V_y = \frac{0,128}{0,721} \cdot 100\% = 17,75\%.$$

Вывод. Итак, в экспериментальной группе по итогам тестирования увеличился средний результат на 6,8% и уменьшилось рассеивание (с 17,75% до 14,53%) по сравнению с контрольной группой. Проведенный анализ подтверждает эффективность использования разработанных авторами оценочных средств для повышения уровня усвоения учебного материала.

1. Аванесов В.С. Проблема соединения тестирования с обучением // Педагогические измерения. 2013. № 3. С. 16 – 28.
2. Далингер В.А. Методика обучения математике. Поисково-исследовательская деятельность учащихся: учебник и практикум для вузов. 2-е изд., испр. и доп. М., Изд-во Юрайт, 2018. 460 с.
3. Бушмакина Н.С. Проектирование многоуровневых оценочных средств для диагностики качества инженерно-графической подготовки студентов в техническом ВУЗе: дис. ... канд. пед. наук. Казань, 2016. 248 с.: <http://www.dslib.net/prof-obrazovanie/proektirovanie-mnogourovnevnyh-ocenochnyh-sredstv-dlja-dagnostiki-kachestva.html>
4. Гучаева З.Х., Табишев Т.А. Фонды оценочных средств : методические рекомендации для мониторинга качества математической подготовки. Нальчик, Кабардино-Балкарский гос. ун-т им. Х.М. Бербекова, 2013.
5. Михеев В.И. Моделирование и методы теории измерений в педагогике. Изд. 4-е, доп. М., УРСС, Красанд, 2010. 218 с.
6. Самарханова Э.К. Готовность педагогов высшей школы к созданию новых образовательных продуктов // Вестник Мининского университета. 2016. №2. С. 14 – 23.
7. Bloom В. Handbook on formative and summative evaluation of student learning. N. Y., McGraw-Hill, 1971. P. 923.
8. Ефремова Н.Ф. Компетенции в образовании: формирование и оценивание. М., Национальное образование, 2012. 416 с.
9. Новиков Д.А. Статистические методы в педагогических исследованиях. М., М3 – Пресс, 2004. 67 с.
10. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. М., Прогресс, 1976. 496 с.
11. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебник и практикум. Изд.4-е. М., Юрайт, 2018. 266с.
12. Рябинова Е.Н., Гуменикова Ю.В., Черницына Р.Н. Один из способов обработки и анализа результатов педагогического эксперимента // Вестник СамГТУ. 2015, №3(27). С.218 – 226.
13. Гуменикова Ю.В., Кайдалова Л.В., Рябинова Е.Н. Применение методов математической статистики для обработки и анализа результатов педагогического эксперимента // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2015. Т. 17, №3(27). С. 1032 – 1036.

ASSESSMENT TOOLS AS A WAY TO IMPROVE THE QUALITY OF MATHEMATICAL TRAINING OF BACHELORS OF UNIVERSITIES

© 2019 E.N. Ryabinova¹, Yu.V. Gumennikova², L.V. Kaydalova²

Elena N. Ryabinova, doctor of pedagogical sciences, professor, professor of the department «Psychology and pedagogy».

E-mail: eryabinova@mail.ru

Julia V. Gumennikova, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Applied mathematics, computer science and information systems». E-mail: gumennikuv@vandex.ru

Lyudmila V. Kaidalova, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Applied mathematics, computer science and information systems». E-mail: ludmila.kaid@gmail.com

¹ Samara State Technical University. Samara, Russia

² Samara State Transport University. Samara, Russia

The article describes the pedagogical experiment, which consists in the application of the evaluation tools developed by the authors of the Fund for mathematical analysis for bachelors of the direction 38.03.01 «Economics» and carrying out control and evaluation activities, such as control and independent work, credit and examination in the discipline, the system of accumulation of points for intermediate certification. Comparison of experimental and control groups of students, conducted on the basis of passing the test and exam showed the effectiveness of the proposed COM in the dynamics. For a more accurate analysis of the data of the results of the intermediate testing of the control and experimental groups subjected to statistical processing: for the random value of D - fraction of correctly solved tests by an individual student - built variational series, calculated the basic numerical characteristics, proved the normal distribution law using Pearson's consent criterion, calculated confidence intervals for the evaluation of the unknown mathematical expectation. The experiment allows us to state the improvement of the quality of mathematical training of bachelors of the University using the proposed evaluation tools.

Key words: evaluation tools, competences, educational technologies, control and evaluation measures, normal distribution law.

1. Avanesov V.S. Problema soedineniya testirovaniya s obucheniem (Connection problem testing training). *Pedagogicheskie izmereniya*. 2013. № 3. S. 16 – 28.
2. Dalinger V.A. Metodika obucheniya matematike. Poiskovo-issledovatel'skaya deyatel'nost' uchashhixsya (Methods of teaching mathematics. Search and research activities of students): uchebnik i praktikum dlya vuzov. 2-e izd., ispr. i dop. M., Izd-vo Yurajt, 2018. 460 s.
3. Bushmakina N.S. Proektirovanie mnogourovnevny'x ocenochny'x sredstv dlya diagnostiki kachestva inzhenerno-graficheskoy podgotovki studentov v texnicheskom VUZe (Design of multi-level evaluation tools for the diagnosis of the quality of engineering and graphic training of students in a technical University): dis. ... kand. ped. nauk. Kazan', 2016. 248 s.: <http://www.dslib.net/prof-obrazovanie/proektirovanie-mnogourovnevnyh-ocenochnyh-sredstv-dlja-diagnostiki-kachestva.html>
4. Guchaeva Z.X., Tabishev T.A. Fondy` ocenochny'x sredstv: metodicheskie rekomendacii dlya monitoringa kachestva matematicheskoy podgotovki (Funds of evaluation tools : guidelines for monitoring the quality of mathematical training). Nal'chik, Kabardino-Balkarskij gos. un-t im. X.M. Berbekova, 2013.
5. Mixeev V.I. Modelirovanie i metody` teorii izmerenij v pedagogike (Modeling and methods of measurement theory in pedagogy). Izd. 4-e, dop. M., URSS: Krasand, 2010. 218 s.
6. Samerxanova, E`K. Gotovnost` pedagogov vy'sshej shkoly` k sozdaniyu novy'x obrazovatel'ny'x produktov (Readiness of higher school teachers to create new educational products). *Vestnik Mininskogo universiteta*. 2016. №2. S. 14-23.
7. Bloom B. Handbook on formative and summative evaluation of student learning. N. Y., McGraw-Hill, 1971. P. 923.
8. Efremova N.F. Kompetencii v obrazovanii: formirovanie i ocenivanie (Competences in education: formation and evaluation). M., Nacional'noe obrazovanie, 2012. 416 s.
9. Novikov D.A. Statisticheskie metody` v pedagogicheskix issledovaniyax (Statistical methods in pedagogical research). M., M3 – Press, 2004. 67 s.
10. Glass Dzh., Ste`nli Dzh. Statisticheskie metody` v pedagogike i psixologii (Statistical methods in pedagogy and psychology). M., Progress, 1976. 496 s.
11. Kremer N.Sh. Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika (Probability theory and mathematical statistics). Uchebnik i praktikum. Izd.4-e. M., Yurajt, 2018. 266s.
12. Ryabinova E.N., Gumennikova Yu.V., Chernicyna R.N. Odin iz sposobov obrabotki i analiza rezul'tatov pedagogicheskogo e'ksperimenta (One of the methods of processing and analysis of the results of pedagogical experiment). *Vestnik SamGTU*. 2015, №3(27). S.218 – 226.
13. Gumennikova Yu.V., Kajdalova L.V., Ryabinova E.N. Primenenie metodov matematicheskoy statistiki dlya obrabotki i analiza rezul'tatov pedagogicheskogo e'ksperimenta (Application of mathematical statistics methods for processing and analysis of pedagogical experiment results). *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. Social'ny'e, gumanitarny'e, mediko-biologicheskie nauki*. 2015. T. 17, №3(27). S. 1032 – 1036.