

ОДИН ИЗ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Е.Н. Рябинова¹, Ю.В. Гуменникова², Р.Н. Черницына³

¹ Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

E-mail: eryabinova@mail.ru

^{2,3} Самарский государственный университет путей сообщения
443066, г. Самара, Первый Безымянный переулок, 18

²E-mail: gumennikov@yandex.ru

³E-mail: y-abc@mail.ru

Приводится статистическая обработка и анализ результатов педагогического эксперимента по внедрению инновационной методики на основе матричной модели познавательной деятельности, проведенного в Самарском государственном университете путей сообщения (СамГУПС) преподавателями кафедры «Высшая математика». Для подтверждения эффективности предложенной методики исследуются четыре случайные величины, характеризующие коэффициент усвоения учебного материала отдельным студентом, полученные в результате двух контрольных тестирований в экспериментальной и контрольной группах. Поскольку полученные в результате эксперимента данные представляют собой набор чисел, в которых трудно уловить какую-либо закономерность их изменения (варьирования), их подвергают статистической обработке. Для этого построены интервальные вариационные ряды; вычислены основные числовые характеристики: выборочная средняя (среднее арифметическое значение признака выборочной совокупности), выборочная дисперсия (среднее арифметическое квадратов отклонений наблюдаемых значений признака от их средних значений) и выборочное среднее квадратическое отклонение (корень квадратный из выборочной дисперсии). Определены наблюдаемые значения критерия согласия Пирсона, позволяющие установить, после сравнения их с критическими значениями, что все исследуемые случайные величины подчинены нормальному закону распределения. Построены линии эмпирических плотностей результатов, полученных в контрольной и экспериментальной группах после первого и после второго тестирования, позволяющие оценить динамику процесса усвоения учебного материала. Вычислены коэффициенты вариации, характеризующие рассеивание вариационных рядов. Таким образом показано, что в экспериментальной группе к концу обучения не только увеличился средний результат (на 10 % по сравнению с контрольной группой), но и уменьшилось рассеивание результатов относительно среднего (с 16,55 до 13,67 %), что безусловно подтверждает эффективность предложенной методики.

Ключевые слова: педагогический эксперимент, самообразовательная деятельность, коэффициент усвоения учебной информации, случайная величина, выборочная средняя, выборочная дисперсия, выборочное среднее квадратическое отклонение, критерий согласия, эмпирическая функция плотности распределения, коэффициент вариации.

Педагогические исследования, проводимые в высшей школе, показывают, что совершенствование методов и средств изучения различных сторон деятельности обучаемого тормозится отсутствием научно обоснованных и сопоставимых критериев оценки

Елена Николаевна Рябинова, доктор педагогических наук, профессор кафедры «Высшая математика и прикладная информатика».

Юлия Валериевна Гуменникова, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Высшая математика».

Рузилья Нябиуловна Черницына, старший преподаватель кафедры «Высшая математика».

результатов наблюдений и экспериментов. Из психолого-педагогических исследований, направленных на решение задач высшей школы, следует вывод: построение теории педагогики высшей школы невозможно без перехода от субъективных качественных описаний педагогических процессов к строгим и объективным их оценкам [1].

В методике педагогических исследований существенную роль играет эксперимент, позволяющий изучать явления и процессы в строго контролируемых и управляемых условиях. Педагогический эксперимент часто является единственным способом подтверждения эффективности новой методики по сравнению с используемыми ранее. Статистические методы, применяемые к результатам педагогического эксперимента, дают возможность объективно установить степень сходства или различия исследуемых объектов на основании результатов измерений их показателей [2].

Несмотря на наличие литературы по математической статистике для гуманитариев [3-7], статистические методы в педагогике используются мало. В данной статье статистические методы применяются для обработки и анализа результатов педагогического эксперимента по внедрению модели адаптивной профессиональной подготовки, ориентированной на приспособление системы обучения к индивидуальным особенностям обучающихся [8, 9], что позволяет корректно и достоверно подтвердить эффективность применения данной методики.

В 2013-2015 уч. годах в СамГУПС преподавателями кафедры «Высшая математика» был проведен педагогический эксперимент с использованием пособий [10-12]. Эксперимент строился на сравнении экспериментальной и контрольной групп студентов специальностей «Строительство железных дорог (СЖД)» и «Экономика (Э)», которых распределили на две группы (табл. 1, табл. 2).

Таблица 1

Состав экспериментальной и контрольной групп по первому тесту

| Группа | Специальность, учебная группа | Количество студентов |
|-------------------|--|----------------------|
| Экспериментальная | Э-31, Э-32, Э-41, Э-42, СЖД-31, СЖД-32 | 170 |
| Контрольная | Э-33, Э-34, Э-43, Э-44, СЖД-33, СЖД-34 | 168 |

Таблица 2

Состав экспериментальной и контрольной групп по второму тесту

| Группа | Специальность, учебная группа | Количество студентов |
|-------------------|-------------------------------|----------------------|
| Экспериментальная | Э-31, Э-32, СЖД-31, СЖД-32 | 120 |
| Контрольная | Э-33, Э-34, СЖД-33, СЖД-34 | 116 |

Для определения начального состояния был проведен тест, составленный по курсу школьной программы, показавший отсутствие статистических значимых различий в экспериментальной и контрольной группах. Дальнейшее обучение обеих групп проводилось по одному учебному плану, но с применением разных методик: в контрольной группе использовалась традиционная методика, в экспериментальной – инновационный подход к организации самообразовательной деятельности (СОД) на основе матричной модели познавательной деятельности. Данные по первому контрольному тесту «Линейная алгебра» в экспериментальной и контрольной группах приведены в табл. 3, данные по второму тесту «Математический анализ» – в табл. 4. Здесь K_y – коэффициент усвоения учебной информации отдельным студентом:

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

где N_{np} – количество правильно выполненных учебных элементов; N – общее количество учебных элементов в тесте.

Для удобства данные сгруппированы следующим образом: весь интервал изменения K_y разбит на 10 равных частичных интервалов длиной $h = 0,1$ и подсчитана частота попадания K_y в каждый из полученных интервалов.

Таблица 3

K_y в экспериментальной и контрольной группах по результатам 1-го теста

| Группа | K_y | | | | | | | | | |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| | 0,1-0,2 | 0,2-0,3 | 0,3-0,4 | 0,4-0,5 | 0,5-0,6 | 0,6-0,7 | 0,7-0,8 | 0,8-0,9 | 0,9-1,0 | |
| Экспериментальная | 0 | 1 | 1 | 3 | 10 | 23 | 61 | 47 | 24 | |
| Контрольная | 1 | 2 | 2 | 4 | 17 | 33 | 57 | 39 | 13 | |

Таблица 4

K_y в экспериментальной и контрольной группах по результатам 2-го теста

| Группа | K_y | | | | | | | |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| | 0,3-0,4 | 0,4-0,5 | 0,5-0,6 | 0,6-0,7 | 0,7-0,8 | 0,8-0,9 | 0,9-1,0 | |
| Экспериментальная | 0 | 1 | 3 | 15 | 31 | 42 | 28 | |
| Контрольная | 2 | 1 | 5 | 25 | 41 | 30 | 12 | |

Структура педагогического эксперимента представлена на рис. 1.

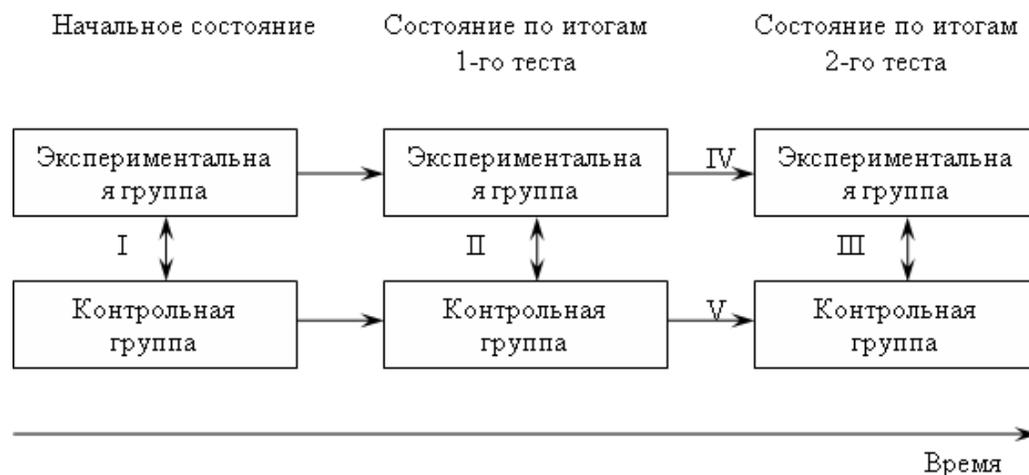


Рис. 1. Структура педагогического эксперимента

Алгоритм исследования следующий:

1. На основании сравнения I установлено отсутствие статистически значимого различия между контрольной и экспериментальной группами.

2. Реализовано воздействие на экспериментальную группу, при этом экспериментальная и контрольная группы находились в одинаковых условиях за исключением целенаправленно изменяемых преподавателем/

3. На основании сравнений IV и V устанавливается различие скоростей изменения K_y .

Рассмотрим случайные величины:

– $CBX - K_y$ учебного материала отдельным студентом экспериментальной группы по результатам первого тестирования.

– $CBY - K_y$ учебного материала отдельным студентом контрольной группы по результатам первого тестирования.

– $CBZ - K_y$ учебного материала отдельным студентом экспериментальной группы по результатам второго тестирования.

– $CBW - K_y$ учебного материала отдельным студентом контрольной группы по результатам второго тестирования.

Введем следующие обозначения:

n – количество студентов в каждой из групп (объем выборки):

$$n_x = 170, n_y = 168, n_z = 120, n_w = 116;$$

x_i, y_i, z_i, w_i – значения K_y в соответствующих выборках (варианты);

n_i – частота варианты;

$w_i = \frac{n_i}{n}$ – относительная частота варианты;

$\frac{w_i}{h}$ – плотность частоты, где $h = 0,1$ – шаг интервала.

Полученные в результате тестирования данные подвергаются статистической обработке [13-16]. CBX полностью исследована в работе [17]: найдены ее основные числовые характеристики x_g, D_g, σ_g ; построены гистограмма и линии эмпирической и теоретической плотности; доказана справедливость гипотезы о нормальном законе распределения, найден доверительный интервал для оценки неизвестного математического ожидания a .

Построив интервальные вариационные ряды для CBY, CBZ и CBW (табл. 5, 6 и 7) и произведя вычисления, аналогичные подобным в работе [17], получим числовые характеристики исследуемых случайных величин Y, Z, W :

– выборочные средние y_g, z_g, w_g ;

– выборочные дисперсии D_y, D_z, D_w ;

– выборочные среднеквадратичные отклонения $\sigma_y, \sigma_z, \sigma_w$ (табл. 8) по формулам:

$$y_g = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{y}_i \cdot n_i}{n}, \quad z_g = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{z}_i \cdot n_i}{n}, \quad w_g = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{w}_i \cdot n_i}{n}$$

$$D_g = \frac{\sum_{i=1}^k (\bar{y}_i - y_g)^2 \cdot n_i}{n}, \quad \sigma_g = \sqrt{D_g}.$$

Таблица 5

Интервальный ряд распределения СВУ

| | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Y | 0-0,1 | 0,1-0,2 | 0,2-0,3 | 0,3-0,4 | 0,4-0,5 | 0,5-0,6 | 0,6-0,7 | 0,7-0,8 | 0,8-0,9 | 0,9-1,0 |
| n_i | 0 | 1 | 2 | 2 | 4 | 17 | 33 | 57 | 39 | 13 |
| w_i | 0 | 0,006 | 0,012 | 0,012 | 0,024 | 0,101 | 0,196 | 0,339 | 0,232 | 0,077 |
| $\frac{w_i}{h}$ | 0 | 0,060 | 0,119 | 0,119 | 0,238 | 1,012 | 1,964 | 3,393 | 2,321 | 0,774 |

Таблица 6

Интервальный ряд распределения СВZ

| | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Z | 0-0,1 | 0,1-0,2 | 0,2-0,3 | 0,3-0,4 | 0,4-0,5 | 0,5-0,6 | 0,6-0,7 | 0,7-0,8 | 0,8-0,9 | 0,9-1,0 |
| n_i | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 15 | 31 | 42 | 28 |
| w_i | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,008 | 0,025 | 0,125 | 0,258 | 0,350 | 0,233 |
| $\frac{w_i}{h}$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,083 | 0,250 | 1,250 | 2,583 | 3,500 | 2,333 |

Таблица 7

Интервальный ряд распределения СВW

| | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| W | 0-0,1 | 0,1-0,2 | 0,2-0,3 | 0,3-0,4 | 0,4-0,5 | 0,5-0,6 | 0,6-0,7 | 0,7-0,8 | 0,8-0,9 | 0,9-1,0 |
| n_i | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 5 | 25 | 41 | 30 | 12 |
| w_i | 0 | 0 | 0 | 0,019 | 0,009 | 0,047 | 0,1923 | 0,387 | 0,283 | 0,113 |
| $\frac{w_i}{h}$ | 0 | 0 | 0 | 0,189 | 0,094 | 0,472 | 1,9231 | 3,868 | 2,830 | 1,132 |

Таблица 8

Основные числовые характеристики случайных величин X, Y, Z и W

| | | | |
|--------------------|--------------------|----------------------|---|
| Случайная величина | Выборочная средняя | Выборочная дисперсия | Выборочное среднееквадратичное отклонение |
| X | $x_g = 0,770$ | $D_x = 0,0156$ | $\sigma_x = 0,125$ |
| Y | $y_g = 0,721$ | $D_y = 0,0202$ | $\sigma_y = 0,142$ |
| Z | $z_g = 0,812$ | $D_z = 0,0123$ | $\sigma_z = 0,111$ |
| W | $w_g = 0,731$ | $D_w = 0,0146$ | $\sigma_w = 0,121$ |

Для подтверждения гипотезы о нормальном законе распределения СВУ, СВZ и СВW вычислим наблюдаемые значения критерия согласия Пирсона $\chi_{набл}^2$ и сравним их с критическими значениями $\chi_{кр}^2$ (табл. 9).

**Наблюдаемые и критические значения критерия согласия χ^2
для случайных величин X, Y, Z и W**

| Случайная величина | Наблюдаемое значение критерия Пирсона $\chi_{набл}^2$ | Критическое значение критерия Пирсона $\chi_{кр}^2 (s; \alpha)$ |
|--------------------|---|---|
| X | $\chi_{набл}^2 = 5,468$ | $\chi_{кр}^2 (2; 0,01) = 9,2$ |
| Y | $\chi_{набл}^2 = 8,633$ | $\chi_{кр}^2 (3; 0,01) = 11,3$ |
| Z | $\chi_{набл}^2 = 3,944$ | $\chi_{кр}^2 (1; 0,01) = 6,6$ |
| W | $\chi_{набл}^2 = 1,55$ | $\chi_{кр}^2 (2; 0,01) = 9,2$ |

Во всех случаях $\chi_{набл}^2 < \chi_{кр}^2$, следовательно, гипотезы о нормальном распределении случайных величин Y, Z, W подтверждаются.

Для иллюстрации сравнений II и III построим линии эмпирической плотности СВХ и СВУ (рис. 2) и СВZ и СВW (рис. 3).

Анализируя средние результаты первого и второго тестирования в экспериментальной и контрольной группах (сравнения II и III на рис. 1), видим, что если при первом тестировании средний результат в экспериментальной группе $x_g = 0,770$ лучше среднего результата в контрольной группе $y_g = 0,721$ на 6,9 %, то при втором тестировании эта разница увеличивается до 10 % ($z_g = 0,812, w_g = 0,731$), что говорит об эффективности применения предложенной методики в динамике.

В результате сравнения IV и V (см. рис. 1) видим, что средний результат в экспериментальной группе увеличился с $x_g = 0,770$ до $z_g = 0,812$, т. е. на 5,5 %, а в контрольной группе – с $y_g = 0,721$ до $w_g = 0,731$, т. е. всего на 1,4 %.

Кроме усредненных значений полезно будет сравнить рассеивание результатов тестирования относительно выборочной средней. Вычислим для этой цели коэффициент вариации V

$$V = \frac{\sigma_g}{x_g} \cdot 100\% ,$$

используемый для сравнения рассеивания вариационных рядов:

$$V_x = \frac{0,125}{0,770} \cdot 100\% = 16,23\% , V_y = \frac{0,142}{0,721} \cdot 100\% = 19,69\% ;$$

$$V_z = \frac{0,111}{0,812} \cdot 100\% = 13,67\% ;$$

$$V_w = \frac{0,121}{0,731} \cdot 100\% = 16,55\% .$$

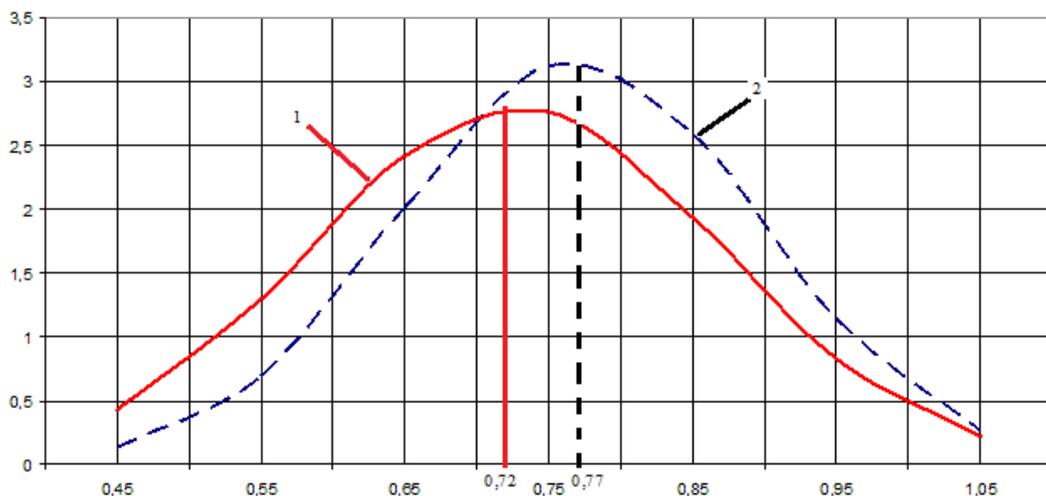


Рис. 2. Линии эмпирической плотности СВХ и СВУ (1 – эмпирическая плотность распределения $f^*(y)$, 2 – эмпирическая плотность распределения $f^*(x)$)

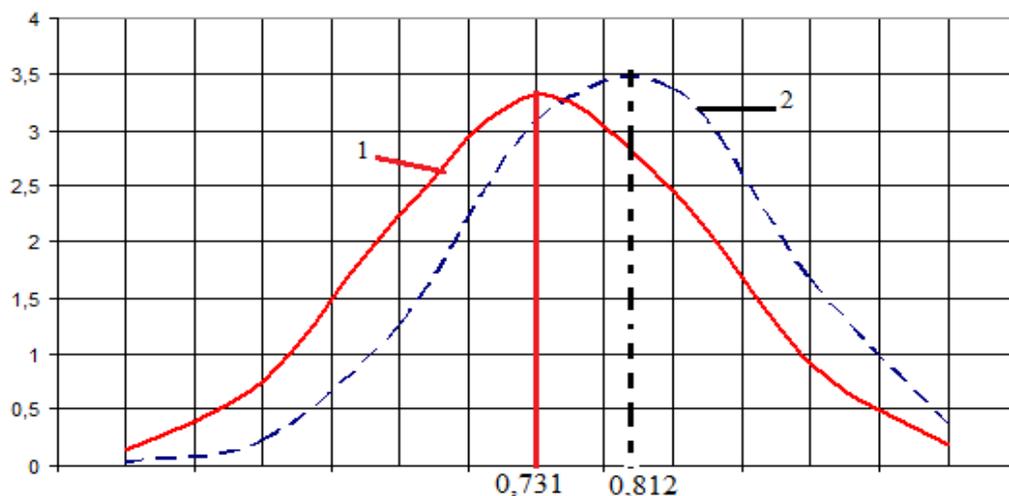


Рис. 3. Линии эмпирической плотности СВW(1) и СВZ (2) (1 – эмпирическая плотность распределения $f^*(w)$, 2 – эмпирическая плотность распределения $f^*(z)$)

Таким образом, в экспериментальной группе к концу обучения не только увеличился средний результат (на 10 % по сравнению с контрольной группой), но и уменьшилось рассеивание результатов относительно среднего (с 16,55 до 13,67 %), что, безусловно, подтверждает эффективность предложенной методики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михеев В.И. Моделирование и методы теории измерений в педагогике. – М.: Эдиториал УРСС, 2010. – 224 с.
2. Новиков Д.А. Статистические методы в педагогических исследованиях. – М.: МЗ – Пресс, 2004. – 67 с.

3. *Ительсон Л.Б.* Математические и кибернетические методы в педагогике. – М.: Просвещение, 1964. – 268 с.
4. *Гласс Дж., Стенли Дж.* Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс, 1976. – 496 с.
5. *Грабарь М.И., Краснянская К.А.* Применение математической статистики в педагогических исследованиях: Непараметрические методы. – М.: Педагогика, 1997. – 136 с.
6. *Кыверялг А.А.* Методы исследований в профессиональной педагогике. – Таллин: Валгус, 1980. – 334 с.
7. *Сидоренко Е.В.* Методы математической обработки в психологии. – СПб.: Речь, 2007. – 350 с.
8. *Рябинова Е.Н.* Адаптивная система персонифицированной профессиональной подготовки студентов технических вузов. – М.: Машиностроение, 2009. – 258 с.
9. *Черницына Р.Н.* Формирование информационно-дидактической базы для организации самообразовательной деятельности студентов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16, вып. 2-4. – С. 852-857.
10. *Рябинова Е.Н., Черницына Р.Н.* Организация самообразовательной деятельности студентов при изучении кривых второго порядка. – Самара: СамГУПС, Порто-принт, 2014. – 204 с.
11. *Курушина С.Е.* Формирование самообразовательных компетенций студентов при изучении матриц: Учеб.-метод. пособие / С.Е. Курушина, В.П. Кузнецов, Е.Н. Рябинова, Р.Н. Черницына. – 2-е изд., испр. – Самара: СамГУПС, 2015. – 159 с.
12. *Рябинова Е.Н., Черницына Р.Н.* Организация самостоятельной работы студентов на основе матричной модели познавательной деятельности при изучении дифференциальных уравнений: Учеб.-метод. пособие для самост. профес. подготовки студентов техн. вузов. – Самара: СамГУПС, Порто-принт, 2014. – 124 с.
13. *Гмурман В.Е.* Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 2003. – 479 с.
14. *Вентцель Е.С.* Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Наука, Физматгиз, 1969. – 579 с.
15. *Суходольский Г.В.* Основы математической статистики для психологов. – Л.: ЛГУ, 1972. – 428 с.
16. *Ащепкова Л.Я.* Материалы к семинару по обработке результатов тестирования / Региональный центр проблем качества при ДВГУ. – Владивосток, 2001.
17. *Гуменникова Ю.В.* Статистическая обработка результатов тестирования студентов / Ю.В. Гуменникова, Е.Н. Рябинова, Р.Н. Черницына // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Психолого-педагогические науки. – 2015. – № 3(27).

Поступила в редакцию 17.10.2015;
в окончательном варианте 20.10.2015

UDC 378.14

ONE OF THE WAYS OF PROCESSING AND ANALYSIS OF RESULTS OF THE PEDAGOGICAL EXPERIMENT

E.N. Ryabinova¹, Yu. V. Gumennikova², R.N. Chernitsina³

¹Samara State Technical University
244, Molodogvardejskaya str., Samara, 443100
E-mail: eryabinova@mail.ru

^{2,3}Samara State University of Railways
18, First Unnamed lane, Samara, 443066

²E-mail: gumennikov@yandex.ru

³E-mail: y-abc@mail.ru

Provide statistical processing and analysis of results of pedagogical experiment on introduction of innovative methods based on the matrix model of cognitive activity carried out

in Samara state University of railway engineering teachers of the Department "Higher mathematics". To confirm the effectiveness of the proposed method investigates four stochastic variables that characterize the coefficient of mastering of educational material by the individual student resulting from two control tests in experimental and control groups. As the result of an experiment, data is a set of numbers, which are difficult to capture any pattern of change (variation), they are subjected to statistical processing. Built for this interval variational series; the calculated basic numerical characteristics: sample average (arithmetic average value of the attribute of the sample), sample variance (average of squared deviations of observed values from their average values) and sample standard deviation (square root of sample variance). Determined the observed value of goodness-of-fit Pearson that allows you to install, after comparing them with critical values that all of the investigated random variable subject to normal distribution law. Built line of empirical densities of the results obtained in control and experimental groups after the first and after the second test, allowing, to estimate dynamics of process of mastering of educational material. The calculated coefficients of variation characterizing the dispersion of the variational series. Thus it is shown that in the experimental group by the end of training not only increased the average (10% compared with the control group), but decreased the dispersion of results about the mean (16,55 to 13,67 %), which undoubtedly confirms the effectiveness of the proposed method.

Key words: *Pedagogical experiment, self-educational activity, the coefficient of mastering of educational information, random variable, sample average, sample variance, sample standard deviation, goodness-of-fit, empirical density function, the coefficient of variation.*

Original article submitted 17.10.2015;
revision submitted 20.10.2015

Elena N. Ryabinova, Doctor of Pedagogical Sciences (P.D.), Professor of the Department of Higher Mathematics and Applied Informatics.

Yulia V. Gumennikova, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics.

Ruzilya N. Chernitsina, Senior Teacher of the Department of Higher Mathematics.

УДК 378. 147

ФОРМИРОВАНИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА «ИСТОРИЯ»

Н.А. Татаренкова

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: ntatarenkova@mail.ru

Рассматривается значение преподавания курса «История» в вузе для формирования национальной идентичности современного российского общества. Историческая память рассматривается как основа национальной идентичности. Подчеркивается важность развития у студентов умения осмысливать социальный опыт предшествующих поколений. Фокусируется внимание на проведении национально-патриотической концепции истории России, воспитании уважительного отношения к прошлому страны. Указывается, что Победа в Великой Отечественной войне является краеугольным камнем национально-гражданской самоидентификации. Раскрывается

Наталья Андреевна Татаренкова, кандидат исторических наук, доцент кафедры социологии, политических наук и истории Отечества.