

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭЛЕКТРОННОГО И ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ

Арефьев В.П., Михальчук А.А., Филипенко Н.М.

ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск, Россия (634050, Томск, пр. Ленина, 30), e-mail: aamih@tpu.ru

Проведен статистический анализ результатов успеваемости первых трех семестров по высшей математике студентов заочной формы обучения с использованием дистанционных образовательных технологий Томского политехнического университета. Рассмотрение проведено в системе 2-х показателей: ИДЗ – сумма баллов за выполнение 4-х индивидуальных домашних заданий в течение каждого семестра; ЭКЗ – баллы, полученные в результате семестрового тест-экзамена. Проведена гистограммная динамика результатов успеваемости студентов. Согласно ранговому дисперсионному анализу Фридмана с повторными измерениями динамика успеваемости оценивается как высоко значимая по совокупности трех семестров за счет отличия, например, ЭКЗ₂ от ЭКЗ₁ и ИДЗ₁ – высоко значимо, от ИДЗ₂ и ЭКЗ₃ – статистически значимо при незначимом отличии от ИДЗ₃. С помощью непараметрического критерия Краскела – Уоллиса все выборки показателей успеваемости оценены на однородность: слабо значимую в случае ИДЗ₁, высоко значимую – ИДЗ₂ и ИДЗ₃, незначимую – ЭКЗ₁ и ЭКЗ₃, а в случае ЭКЗ₂ как статистически значимую за счет статистически значимых отличий группы Б12 от Г2 и А3. Сделан вывод о том, что результаты параметрического дисперсионного анализа в более мягкой форме полностью подтверждают результаты непараметрического дисперсионного анализа как относительно динамики успеваемости, так и однородности составных выборок. На основании параметрического дисперсионного анализа повторных испытаний проведены оценки статистической значимости нестабильности динамики групповых средних. Результаты проведенного анализа оценивания знаний студентов-заочников в режиме дистанционных образовательных технологий могут быть учтены при внедрении современных информационных образовательных интернет-технологий в организацию электронного и дистанционного обучения для обеспечения качества образования и контроля знаний.

Ключевые слова: дисперсионный анализ, дистанционные образовательные технологии, электронное и дистанционное обучение, мониторинг, качество обучения.

STATISTICAL METHODS OF MONITORING OF QUALITY OF OUTCOMES OF ELECTRONIC AND DISTANT TRAINING IN HIGH SCHOOL

Arefyev V. P., Mihalchuk A.A., Filipenko N.M.

National research Tomsk polytechnic university, Tomsk, Russia (634050, Tomsk, Lenin's avenue, 30), e-mail: aamih@tpu.ru

The statistical analysis of outcomes of progress of first three semestres on higher mathematics of students of correspondence mode of study with use of distant educational process engineerings of Tomsk polytechnic university is spent. Reviewing is spent in system of 2 indicators: IHW – a score for performance of 4 individual homeworks during each semestres; EX – the points received as a result of semestrial test – examination. Dynamics of histograms of outcomes of progress of students is spent. According to Friedman's rank ANOVA with repeated measurements dynamics of progress is estimated as highly significant on a population of three semestres at the expense of difference, for example, EX₂ from EX₁ and IHW₁ – is highly significant, from IHW₂ and EX₃ – statistically is significant at insignificant difference from IHW₃. By means of nonparametric criterion of Kraskel-Uollis all samples of indicators of progress are estimated on a homogeneity: poorly significant in case of IHW₁, highly significant - IHW₂ and IHW₃, insignificant – EX₁ and EX₃, and in case of EX₂ as statistically significant for the account statistically significant differences of group B12 from G2 and A3. The conclusion that outcomes of a parametrical ANOVA in softer form completely confirm outcomes of a nonparametric ANOVA as concerning dynamics of progress, and a homogeneity composite samples is drawn. On the basis of a parametrical ANOVA with repeated measurements estimations of the statistical importance of instability of dynamics of group averages are spent. Outcomes of the spent analysis of an estimation of knowledge of students in a condition of distant educational process engineerings can be considered at introduction modern informational educational the Internet - process engineerings in the organisation of electronic and distant training for security of quality of formation and control of knowledge.

Keywords: ANOVA, distant educational process engineerings, electronic and distant training, monitoring, quality of training.

К основным направлениям модернизации современного высшего заочного образования можно отнести внедрение инновационных (электронных и дистанционных) форм обучения [5, 6, 8, 9], автоматизацию мониторинга качества образования, контроля результата обучения и знаний студентов с применением дистанционных образовательных технологий [2–4, 7]. В связи с этим представляет интерес использование статистических методов анализа мониторинговых исследований качества образовательного процесса в вузе и, в частности, качества математической подготовки.

В данной работе аналогично [1] проведен статистический анализ в пакете Statistica результатов оценивания знаний по высшей математике в объеме первых трех семестров 128-ми студентов 7-ми групп института электронного обучения Томского политехнического университета. Рассмотрение было проведено в системе 2-х показателей: ИДЗ – сумма баллов за выполнение 4-х индивидуальных домашних заданий в течение каждого семестра (по 60-ти балльной шкале); ЭКЗ – баллы, полученные в результате семестрового тест-экзамена (по 40-а балльной шкале). Гистограммная динамика положительных результатов ИДЭК (ИДЗ_к; ЭКЗ_к) по семестрам ($k = 1, 2, 3$) отражена на рис.1.

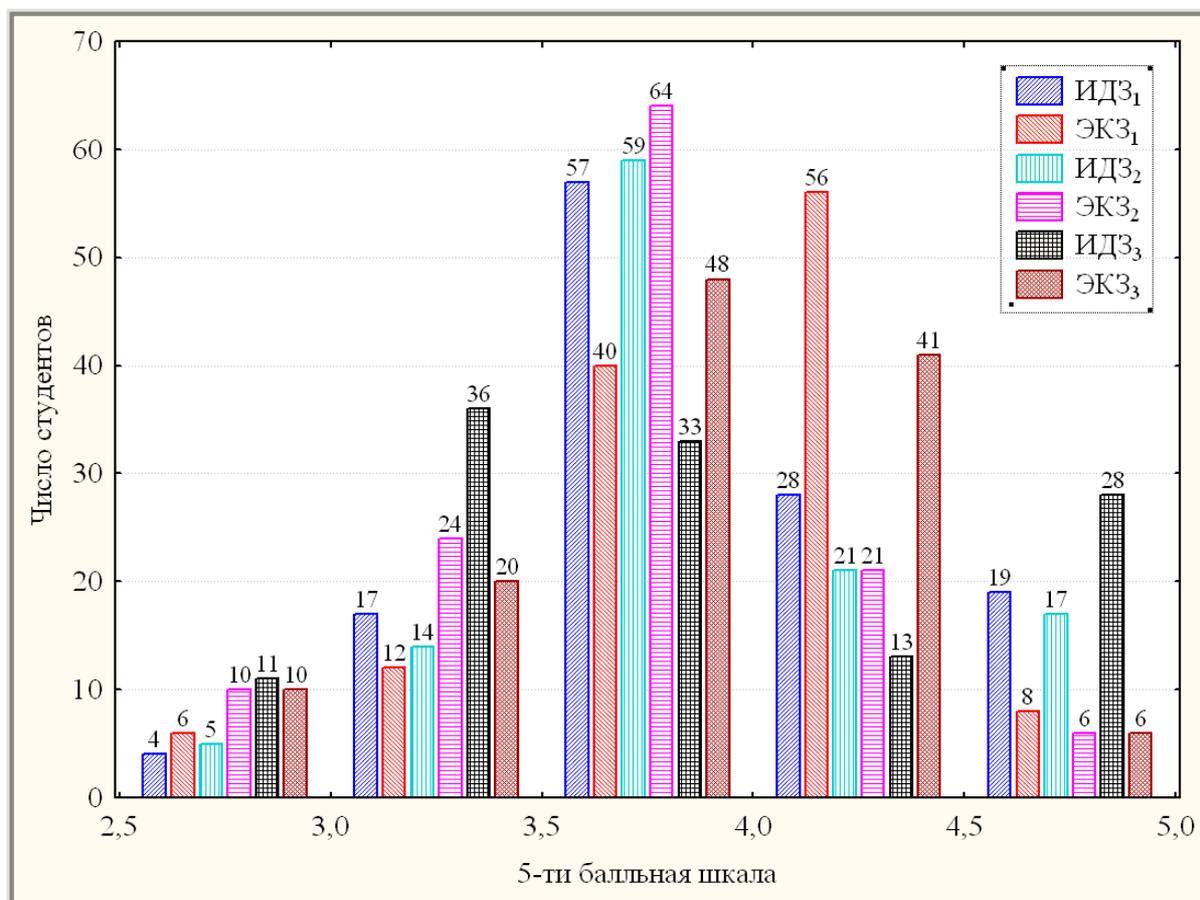


Рис. 1. Составная гистограмма ИДЭК (фрагмент положительных результатов)

Согласно рис.1, наиболее представительным является интервал слабых хорошистов [3,5; 4]. Здесь результаты текущей (ИДЗ) успеваемости стабильны на уровне 45–46 % в

течение 1-го года обучения, но затем уменьшились почти в 2 раза (до 26 %) в 3-ем семестре. При этом результаты экзаменационной (ЭКЗ) успеваемости сначала выросли с 31 % в 1-ом семестре до 50 % во 2-ом семестре, а затем уменьшились до 38 % в 3-ем семестре. Заметим, что, если в 1-ом семестре динамика (сравнение ЭКЗ с ИДЗ) отрицательная, то в 3-ем семестре – положительная. В интервале сильных хорошистов [4; 4,5] продолжилась отрицательная динамика текущей успеваемости (уменьшение ИДЗ с 22 % в 1-ом семестре до 16 % во 2-ом семестре и 10 % в 3-ем семестре). При этом результаты экзаменационной успеваемости, наоборот, сначала уменьшились почти в 3 раза с 44 % в 1-ом семестре до 16 % во 2-ом семестре, а затем выросли до 32 % в 3-ем семестре. В интервале отличников [4,5; 5] наблюдается расслоение результатов текущей и экзаменационной успеваемости: если ЭКЗ стабильны на уровне 5–6 %, то ИДЗ, превышая ЭКЗ в ≈ 3 раза, демонстрируют положительную динамику роста с 13 % во 2-ом семестре до 22 % в 3-ем семестре.

Согласно теории измерительных шкал балльная шкала измерения ИДЗ и ЭКЗ относится к типу порядковых шкал, позволяющих ранжировать (упорядочить) результаты оценивания качества усвоения знаний студентами. Поэтому для сравнения рассматриваемых выборок предлагается использовать прежде всего более корректные непараметрические характеристики (рис. 2, слева), а также привычные параметрические (рис. 2, справа).

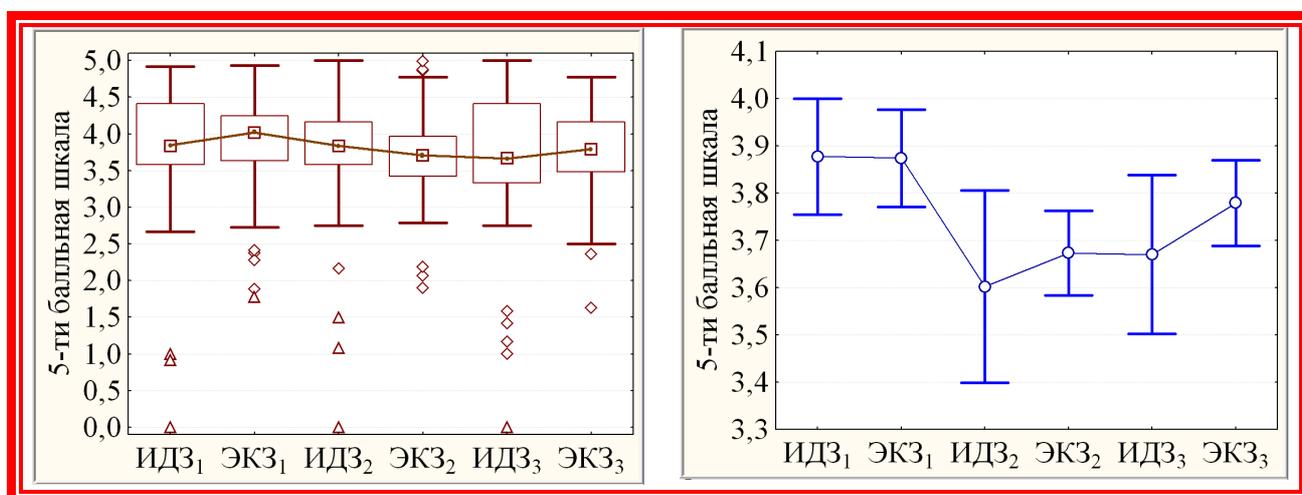


Рис. 2. Медианные диаграммы размаха (слева: квадрат – медианы; ящик – квартильный размах; усы – полный размах без выбросов; ромб – выбросы, треугольник – крайние точки) и линейные графики средних (справа: круг – средние; усики – 95 % границы доверительных интервалов) ИДЭК

Согласно ранговому дисперсионному анализу Фридмана с повторными измерениями динамика ИДЭК (рис. 2, слева) оценивается как высоко значимая (на уровне значимости $p < 0,0005$) по совокупности трех семестров за счет отличия, например, ЭКЗ₂ от ЭКЗ₁ и ИДЗ₁ – высоко значимо ($p < 0,0005$), от ИДЗ₂ и ЭКЗ₃ – статистически значимо ($0,005 < p < 0,050$) при незначимом ($p > 0,1$) отличии от ИДЗ₃.

По параметрическому дисперсионному анализу с повторными измерениями динамика ИДЭК (рис. 2, справа) оценивается как статистически значимая ($0,005 < p \approx 0,007 < 0,050$) по совокупности трех семестров за счет отличия, например, ЭКЗ₂ от ЭКЗ₁ и ИДЗ₁ – сильно значимо ($0,0005 < p < 0,005$), от ЭКЗ₃ – слабо значимо ($0,05 < p < 0,10$) при незначимом ($p > 0,1$) отличии от ИДЗ₂ и ИДЗ₃.

С другой стороны, в рамках однофакторного дисперсионного анализа независимых выборок с помощью непараметрического критерия Краскела – Уоллиса все выборки показателей текущей и экзаменационной успеваемости (ИДЗ_к; ЭКЗ_к, $k = 1, 2, 3$) оценены на однородность, то есть на различия между результатами 7-ми групп: слабо значимую в случае ИДЗ₁, высоко значимую – ИДЗ₂ и ИДЗ₃, незначимую – ЭКЗ₁ и ЭКЗ₃, а в случае ЭКЗ₂ как статистически значимую (на уровне $0,005 < p \approx 0,018 < 0,050$) за счет статистически значимых отличий Б12 от Г2 и А3 (рис. 3, слева). По параметрическому F -критерию различия 7-ми групп оцениваются как слабо значимые в случае ИДЗ₁, высоко значимые – ИДЗ₂ и ИДЗ₃, незначимые – ЭКЗ₁ и ЭКЗ₃, а в случае ЭКЗ₂ как слабо значимые (на уровне $0,050 < p \approx 0,058 < 0,100$) за счет слабо значимых отличий Б12 от остальных групп, кроме А1 (рис. 3, справа).

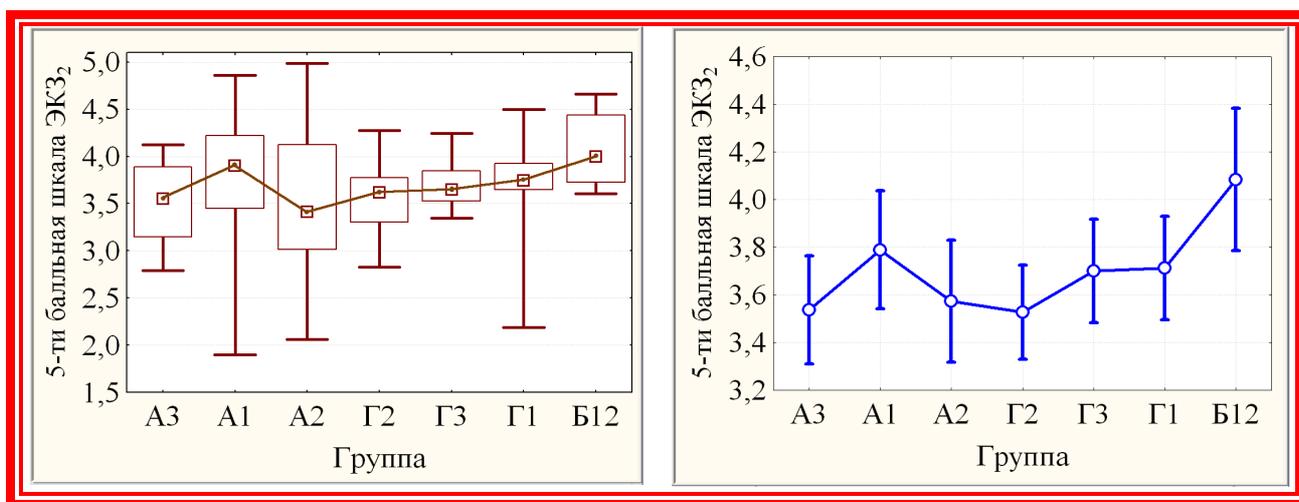


Рис. 3. Медианные диаграммы размаха (слева) и линейные графики средних (справа) групп ЭКЗ₂

Таким образом, результаты параметрического дисперсионного анализа в более мягкой форме полностью подтверждают результаты непараметрического (рангового) дисперсионного анализа как относительно динамики ИДЭК, так и однородности составных выборок (ИДЗ_к; ЭКЗ_к, $k = 1, 2, 3$). Составная динамика групповых средних ИДЭК представлена на рис. 4.

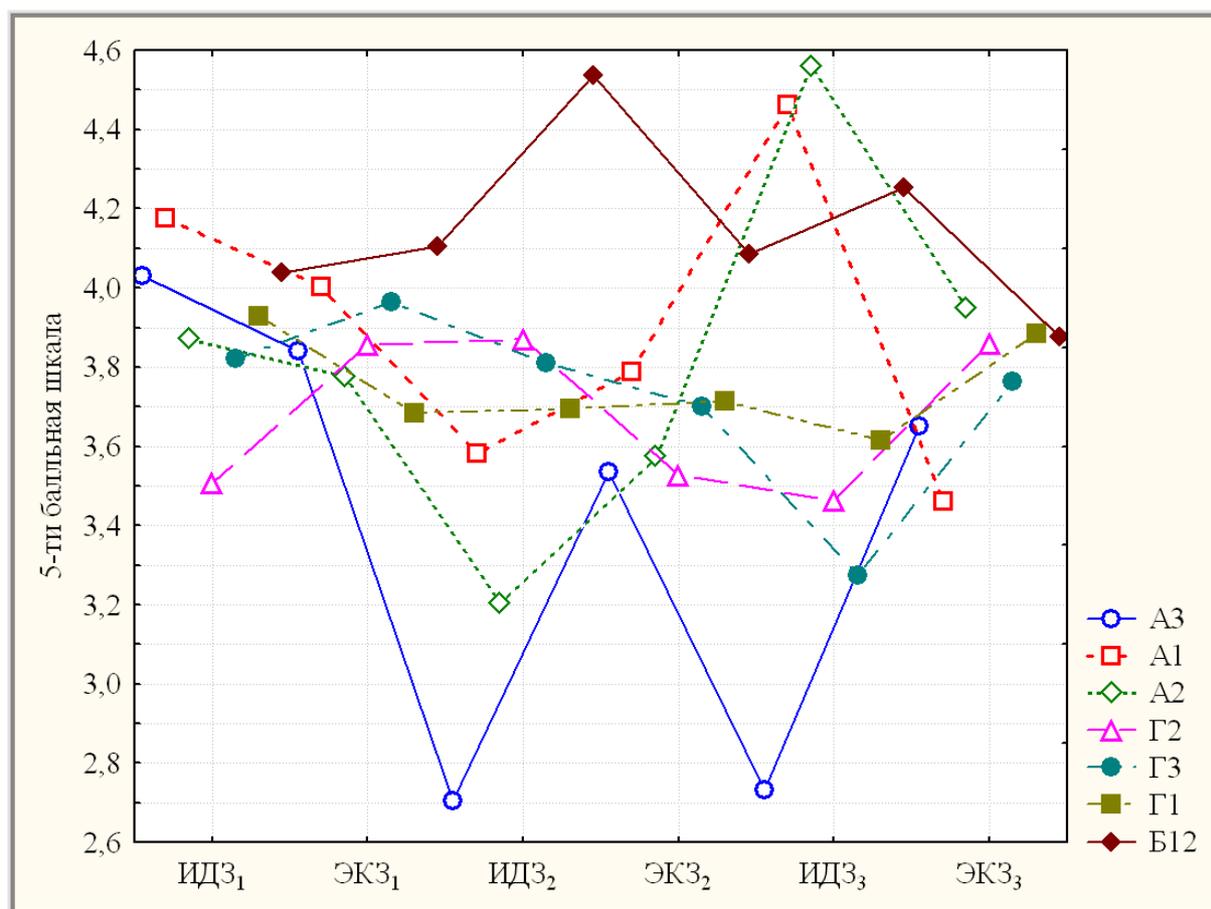


Рис. 4. Динамика групповых средних ИДЭК

На основании параметрического дисперсионного анализа повторных испытаний (рис. 4) можно заключить, что группа Г1 является единственной, имеющей стабильную (незначимую) динамику ИДЭК. Почти стабильную динамику имеют Б12 (только ИДЗ₂ и ЭКЗ₃ различаются статистически значимо на уровне значимости $p \approx 0,02$) и Г3 (ИДЗ₃ отличается от всех остальных статистически значимо). Нестабильную статистически значимую динамику имеет Г2 (средние ЭКЗ₁, ИДЗ₂ и ЭКЗ₃ отличаются статистически значимо от средних ИДЗ₁, ЭКЗ₂ и ИДЗ₃). Остальные группы имеют более нестабильную динамику: А1 (ИДЗ₃ отличается высоко значимо от ИДЗ₂ и ЭКЗ₃, сильно значимо от ЭКЗ₂ и статистически значимо от ЭКЗ₁; при этом статистически значимо различаются также ИДЗ₁ и ИДЗ₂, ЭКЗ₁ и ЭКЗ₃, а ИДЗ₁ и ЭКЗ₃ различаются сильно значимо), А2 (ИДЗ₃ отличается высоко значимо от ИДЗ₂ и ЭКЗ₂, сильно значимо от ИДЗ₁ и ЭКЗ₁ и статистически значимо от ЭКЗ₃; при этом ИДЗ₂ отличается статистически значимо от ИДЗ₁ и ЭКЗ₁ и сильно значимо от ЭКЗ₃), А3 (ИДЗ₂ и ИДЗ₃ отличаются высоко значимо от остальных; при этом статистически значимо различаются ИДЗ₁ и ЭКЗ₂).

Характерной чертой нестабильной высоко значимой динамики ИДЭК является наличие аномальных отклонений (особенно ИДЗ₂ и ИДЗ₃ (рис. 2) для группы А3 (рис. 4)). Данный результат свидетельствует о нарушении правил проведения тест-экзамена (без фактического

допуска по результатам ИДЗ), что тем не менее практически не сказывается на стабильном уровне тест-экзаменационной динамики (рис. 4).

По-прежнему острой проблемой оценивания усвоенных студентом-заочником знаний в режиме ДОТ является чрезмерное увлечение автоматизацией (практически без участия преподавателя) итогового контроля знаний обучаемых в условиях несовершенства содержания и формы тестовых заданий, что приводит к завышению на целый балл (по 5-ти балльной шкале) результатов оценивания усвоенных студентом-заочником знаний в режиме ДОТ по сравнению с классическим режимом [1]. Можно заметить, что стадия оценивания усвоенных студентом знаний при дистанционном обучении с использованием информационных образовательных интернет-технологий порождает проблему идентификации личности в учебной on-line среде [1, 6, 10].

Результаты проведенного анализа оценивания знаний студентов-заочников в режиме ДОТ могут быть учтены при внедрении современных информационных образовательных интернет-технологий в организацию электронного и дистанционного обучения для обеспечения качества образования и контроля знаний.

Выводы

1. Проведена гистограммная динамика положительных результатов текущей (ИДЗ) и экзаменационной (ЭКЗ) успеваемости студентов электронного обучения по высшей математике в объеме первых трех семестров.
2. Согласно ранговому дисперсионному анализу Фридмана с повторными измерениями динамика ИДЭК оценивается как высоко значимая ($p < 0,0005$) по совокупности трех семестров за счет отличия, например, ЭКЗ₂ от ЭКЗ₁ и ИДЗ₁ – высоко значимо ($p < 0,0005$), от ИДЗ₂ и ЭКЗ₃ – статистически значимо ($0,005 < p < 0,050$) при незначимом ($p > 0,1$) отличии от ИДЗ₃.
3. С помощью непараметрического критерия Краскела – Уоллиса все выборки показателей текущей и экзаменационной успеваемости оценены на однородность: слабо значимую в случае ИДЗ₁, высоко значимую – ИДЗ₂ и ИДЗ₃, незначимую – ЭКЗ₁ и ЭКЗ₃, а в случае ЭКЗ₂ как статистически значимую (на уровне $p \approx 0,018$) за счет статистически значимых отличий группы Б12 от Г2 и А3.
4. Сделан вывод о том, что результаты параметрического дисперсионного анализа в более мягкой форме полностью подтверждают результаты непараметрического (рангового) дисперсионного анализа как относительно динамики ИДЭК, так и однородности составных выборок.
5. На основании параметрического дисперсионного анализа повторных испытаний проведены оценки статистической значимости нестабильности динамики групповых средних

ИДЭК.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда.

Список литературы

1. Арефьев В. П., Михальчук А. А., Филипенко Н. М. Дисперсионный анализ качества современного заочного технического образования // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №. 2. (Электронный журнал) URL: www.science-education.ru/108-8626 (дата обращения: 22.02.2014).
2. Багаутдинова С.Ф., Левшина Н.И., Санникова Л.Н., Турченко В.И. Разработка и организация системы мониторинга качества образовательной деятельности студентов в высшем учебном заведении // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 1-1. – С. 109-114.
3. Башарина О.В. Мониторинг процесса формирования профессиональных компетенций как элемент мультикомпонентной информационно-образовательной среды (на основе LMS MOODLE) // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1; URL: www.science-education.ru/115-11914 (дата обращения: 31.03.2015).
4. Гайворонская Т.В., Шадрин Э.М. Мониторинг результатов диагностического тестирования студентов первого курса - важный механизм внутри вузовской системы качества образовательного процесса // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 4-1. – С. 15-19.
5. Карпенко О.М., Абрамова А.В., Широкова М.Е., Басов В.А. Обзор средств организации электронного обучения и перспективы их развития // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2015. – № 2 (92). – С. 4-24.
6. Лазутин С.Б. Новые информационные технологии в системе дистанционного обучения // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2012. – Т. 17. – № 1. – С. 161-164.
7. Морозова Н.Н., Проскуракова Л.К. Мониторинг качества математической подготовки в техническом вузе // Психология образования в поликультурном пространстве. – 2014. – № 27 (3). – С. 87-95.
8. Никулина Т.В. Электронное и дистанционное обучение: сущность и качество // Theoretical & Applied Science. – 2015. – № 1 (21). – С. 134-138.
9. Солодовник Е.В. Электронные образовательные ресурсы в системе электронного обучения в вузе // Проблемы высшего образования. – 2014. – № 1. – С. 279-282.
10. Фотина О.В. К проблеме идентификации личности в учебной онлайн среде // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2015. – № 1 (91). – С. 26-33.

Рецензенты:

Трифонов А.Ю., д.ф.-м.н., профессор кафедры высшей математики и математической физики, ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск;

Арефьев К.П., д.ф.-м.н., профессор кафедры высшей математики, ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск.