УДК 37.012.4; 37.01:007

Е.С. Белашова, Э.Ш.Кремлёва

МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Рассматриваются методы математической статистики, учитывающие вероятностный характер педагогических явлений и процессов, а также многофакторность педагогической среды, позволяющие производить наиболее качественный вывод по результатам проведенного педагогического исследования.

Ключевые слова: *педагогический эксперимент, критерии оценок, дисперсионный анализ, нуль-гипотеза, численные методы.*

Процессы преобразований и интенсивное проникновение вычислительной техники в сферу образования и педагогическую науку дали возможность педагогам выбирать и использовать в своей деятельности не только предлагаемые учебные программы, но и создавать собственные программы и применять на практике разнообразные методы, средства и формы обучения, искать эффективные пути оптимизации учебного процесса.

В связи с этим следует отметить актуальность подготовки в педагогических вузах не только специалистов, владеющих знаниями предмета, но и педагогов-исследователей. С этой целью был разработан спецкурс по использованию статистических методов в педагогических исследованиях, который может быть предложен как студентам различных вузов, так и педагогам-практикам. Практическая часть спецкурса содержит задачный материал, связанный с обработкой данных [1], представленных в виде таблиц, и пример использования дисперсионного анализа в учебном педагогическом эксперименте.

Цель эксперимента – оценить эффективность трех различных методик и окружающих условий в процессе выполнения лабораторных работ по численным методам. Для эксперимента случайным образом было выбрано 18 студентов 2-го курса ИЭЭ КГЭУ. Для фиксирования результатов выполнения лабораторных работ были разработаны специальные критерии оценок. Студентам предлагались три однотипных варианта, максимально оцениваемых 15-ю баллами. Кроме этого учитывалось время, затраченное на выполнение лабораторной работы, и студент, справившийся с работой досрочно за 10-15 мин до окончания занятия, получал 18 баллов (3 балла дополнительно). Из множества факторов, влияющих на эффективность выполнения лабораторной работы по численным методам, были выбраны два – аналогично использованным в работе [2].

Первый фактор А – это методики, используемые при выполнении лабораторных работ, связанные с применением вычислительной техники при теоретическом и практическом освоении курса численных методов. В соответствии с первой методикой компьютер использовался только в качестве вспомогательного средства для вычислений при выполнении лабораторной работы. Вторая методика предполагала разработку студентами программ на одном из известных им языков программирования. Третья методика связана с использованием прикладного пакета MatLab 7.0, частично автоматизирующего выполнение лабораторной работы по численным методам [3].

Фактор В – время выполнения лабораторных работ. Занятия проводились в течение двух академических пар в соответствии с учебным расписанием. Для анализа данных использовался алгоритм двухфакторного дисперсионного анализа с одинаковым числом наблюдений в ячейке. Для данных эксперимента постулировалась следующая линейная модель: $X_{ijk}= \mu+\alpha_i+\beta_j+\alpha\beta_{ij}+e_{ijk}$, где μ – член, равный среднему всех средних значений совокупностей, постоянный для всех полученных данных и отражающий общий уровень результатов; α_i – член, описывающий смещение данных выше или ниже для результатов на i-м уровне фактора А; β_j – смещение на каждом уровне фактора В; $\alpha\beta_{ij}$ – член, описывающий взаимодействие уровня i фактора А с уровнем j фактора В; e_{ijk} – «ошибка» линейной модели; $i = 1, 2, 3; j = 1, 2; k = 1, 2, 3$. Далее предполагалось, что результаты выбирались случайным образом из нормальных совокупностей с равными дисперсиями σ_e^2, а различные выборки независимы.

Выдвигалось предположение, что три рассмотренные выше методики, время проведения лабораторных работ и взаимодействие этих двух факторов одинаково влияют на эффективность выполнения лабораторной работы по численным методам. На математическом языке это предположение можно записать так: 1) $H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3$; 2) $H_0 : \beta_1 = \beta_2$; 3) $H_0 : \alpha\beta_{ij} = 0$, *где* $i = 1, 2, 3; j = 1, 2$. Для всех трёх нуль-гипотез была выбрана вероятность ошибки 1-го рода, равная 0.05 $(\alpha = 0.05)$.

Для проверки нуль-гипотез по критерию F, в соответствии с выбранным уровнем значимости, по таблицам определились три критические области, охватывающие все числа, превышающие 100 $(1-\alpha)$ процентиль распределения $F_{n1,\, n2}$, т.е. все значения, превышающие $F_{n1,\, n2}$, где для фактора А $n_1 = I - 1$; для фактора В $n_2 = J - 1$; для взаимодействия факторов А и В $n_1 = (I - 1)\,(J - 1)$; $n_2 = IJ\,(n - 1)$. Для $F_{A:\,0,95}\ F_{1,12} = 3.88$; для $F_{B:\,0,95}\ F_{2,12} \neq 4.75$; для $F_{AB:\,0,95}\ F_{1,12} = 3.88$. Сравнивая F-отношения, полученные экспериментально, с теоретическими критическими значениями, можно сделать вывод: нуль-гипотезы о главных эффектах факторов А и В

отклоняются на уровне значимости $\alpha = 0.05$ и принимаются соответствующие альтернативные гипотезы: 1) $H_1 : \alpha_1 \neq \alpha_2 \neq \alpha_3$; 2) $H_1 : \beta_1 = \beta_2$ (т.е. различные методики и время проведения лабораторных работ не одинаково влияют на эффективность выполненной работы). Третья нуль-гипотеза об эффекте взаимодействия А и В не отклоняется на уровне значимости $\alpha = 0.05$.

Вывод двухфакторного анализа – это утверждение о том, что нуль-гипотезы об отсутствии различий в условиях эксперимента истинны или ложны для соответствующего уровня значимости α. Если нуль-гипотезы отбрасываются, то утверждение типа «различные методики и время проведения лабораторных работ не одинаково влияют на эффективность выполненной работы» не слишком информативно. Решение отбросить H_0 ничего не говорит относительно того, какое время и какая методика наиболее эффективны при выполнении лабораторных практикумов по численным методам. Существуют методы множественного сравнения, используемые после того, как отброшена нуль-гипотеза, и позволяющие сравнивать между собой уровни каждого фактора, приводящие к отбрасыванию H_0. Кроме этого, наблюдение и результаты эксперимента позволяют сделать выводы о том, что использование прикладного пакета *MatLab 7.0* наиболее эффективно при проведении лабораторных работ по численным методам.

Результаты работы, как нам представляется, могут быть эффективно использованы при проектировании информационно-методических комплексов [4], в частности, на базе прикладного пакета *MatLab 7.0*.

Источники

1. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Статистический анализ данных на компьютере / Под. ред. В.Э. Фигурнова. М.: ИНФРА-М., 1998. 340 с.
2. Волобуева Т.Н., Калинкина И.Г. Методы математической статистики и ЭВМ в педагогическом эксперименте // Материалы I Международной научно-практической конференции студентов и молодых исследователей. Магадан: Изд. МПУ, 1996. С. 108-110.
3. Дащенко А.Ф., Кириллов В.Х., Коломиец Л.В. Оробей В.Ф. MatLab в инженерных и научных расчётах. М.: Мир, 2001. 346 с.
4. Волобуева Т.Н., Брачун Т.А. Проектирование разработки ПИМК на базе интегрированных систем // Материалы I Международной научно-практической конференции студентов и молодых исследователей. Магадан: Изд. МПУ, 1996. С. 101-103.