

УДК 519.234

ПРОВЕРКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

В.А. Шевченко, ассистент, ХНАДУ

Аннотация. Описана методика проверки эффективности применения индивидуальных планов в самостоятельной работе студентов с помощью критерия Колмогорова–Смирнова.

Ключевые слова: непараметрическая статистика, гипотеза, критерий, статистики критерия, индивидуальный план.

ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ НЕПАРАМЕТРИЧНОЇ СТАТИСТИКИ

В.О. Шевченко, асистент, ХНАДУ

Анотація. Описано методику перевірки ефективності застосування індивідуальних планів у самостійній роботі студентів за допомогою критерію Колмогорова–Смирнова.

Ключові слова: непараметрична статистика, гіпотеза, критерій, статистики критерію, індивідуальний план.

CHECKING OF EFFECTIVENESS OF STUDENTS TEACHING USING THE METHOD OF NONPARAMETRIC STATISTICS

V. Shevchenko, assistant, KhNAHU

Abstract. The technique for testing, the effectiveness of individual plans in students self-study using the Kolmogorov–Smirnov test is described.

Key words: nonparametric statistics, hypothesis, test, test statistic, individual plan.

Введение

Результаты педагогических измерений, полученные в процессе педагогических исследований, нуждаются в математической обработке. Во многих случаях для сравнения полученных результатов различных измерений используют средние значения. Главным недостатком этого метода является его качественный характер и неопределенность. Статистические методы позволяют численно оценить достоверность произведенных сравнений. Глубокая статистическая обработка результатов измерений допустима в случае, когда известны законы распределения измеряемых случайных величин. К сожалению, такие законы при педагогических измерениях практически неизвестны. В этом случае единственным математическим аппаратом,

позволяющим получить количественные оценки, является непараметрическая статистика [1].

Анализ публикаций

В работе [2] описана методика сравнения результатов педагогических измерений с помощью медианного критерия и критерия Вилкоксона–Манна–Уитни. Указанные критерии используются в непараметрической статистике для улавливания различий в центральных тенденциях распределений рассматриваемых случайных величин. Однако критерий Колмогорова–Смирнова более чувствителен, позволяя в ряде случаев отклонять нулевую гипотезу при более низком уровне значимости. Критерий Колмогорова–Смирнова предназначен для выявления раз-

личия двух совокупностей по состоянию некоторого свойства. Критерий чувствителен в улавливании любого различия функций распределения этого свойства в рассматриваемых совокупностях (средних значений, дисперсий, эксцессов и др.) [3].

Исходя из сказанного выше, для проверки эффективности обучения студентов воспользуемся критерием Колмогорова–Смирнова.

Цель и постановка задачи

В ходе проведенных исследований на кафедре информатики ХНАДУ была разработана методика повышения эффективности обучения студентов на основе применения корректируемых индивидуальных планов самостоятельной работы студентов [4]. Предложенная методика была опробована в процессе обучения студентов информатике. Эксперимент показал, что зачетная успеваемость студентов, обучающихся по корректируемым индивидуальным планам, выше, чем зачетная успеваемость студентов, обучающихся по традиционной технологии.

В целях подтверждения корректности эксперимента была проведена проверка достоверности полученной эффективности критерием Колмогорова–Смирнова.

Проверка гипотезы об однородности исходных данных

Оценка эффективности разработанной методики обучения студентов с применением корректируемых индивидуальных планов самостоятельной работы будет корректной, если исходные данные двух экспериментов схожи, т.е. студенты двух контрольных потоков имеют однородный уровень начальных знаний, а также однородный уровень компетенций, сформированных по первой теме дисциплины.

Выдвинуты гипотезы:

1. Результаты проверки уровня начальных знаний у студентов, обучающихся по традиционной технологии и по корректируемым индивидуальным планам самостоятельной работы, однородны и подчиняются одинаковым законам распределения измеряемых величин; следовательно, школьный уровень подготовки двух потоков студентов одинаков.

2. Уровни компетенций, сформированные по первой теме курса у студентов, обучающихся по традиционной технологии и по корректируемым индивидуальным планам самостоятельной работы, однородны и подчиняются одинаковым законам распределения измеряемых величин; следовательно, уровень подготовки двух потоков студентов по первой теме курса одинаков.

Проверка гипотезы об отсутствии различий начального уровня знаний

Проверка проведена по методике, описанной в работе [3]. Исходные данные: вектор $X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_{N1}\}$, $i = \overline{1, N1}$ – вектор баллов, полученных студентами, обучающимися по традиционной технологии, при проверке начального уровня знаний; анализируются данные 136 студентов ($N1 = 136$); вектор $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_i, \dots, y_{N2}\}$ – вектор баллов, полученных студентами, обучающимися с применением корректируемых индивидуальных планов, при проверке начального уровня знаний; анализируются данные 70 студентов ($N2 = 70$). Шкала измерений – 100-балльная ($M = 100$).

Алгоритм применения критерия Колмогорова–Смирнова для выборок разной длины:

1. Векторы X и Y упорядочиваются по возрастанию элементов.
2. Путем суммирования количества одинаковых баллов для векторов X и Y строятся соответствующие совокупности абсолютных частот появления баллов

$$\begin{aligned} XA &= \{xa_1, xa_2, \dots, xa_j, \dots, xa_M\}, \\ YA &= \{ya_1, ya_2, \dots, ya_j, \dots, ya_M\}, \end{aligned} \quad (1)$$

где $j = \overline{1, M}$; M – количество градаций в выбранной шкале измерений; xa_j, ya_j – частоты появления баллов в векторах X и Y соответственно

$$\begin{aligned} xa_j &= \sum_{i=1}^{N1} (x_i = g_j), \\ ya_j &= \sum_{i=1}^{N2} (y_i = g_j), \end{aligned} \quad (2)$$

где g_j – j -ое значение в выбранной шкале.

3. Строятся векторы X_{Σ} и Y_{Σ} путем последовательного суммирования частот векторов X_A и Y_A соответственно

$$\begin{aligned} X_{\Sigma} &= \sum_{j=1}^M xa_j, \\ Y_{\Sigma} &= \sum_{i=j}^M ya_j. \end{aligned} \quad (3)$$

4. Для каждого элемента векторов X и Y определяются значения эмпирической функции распределения S_1 и S_2

$$\begin{aligned} S1_j &= \frac{xa_j}{N1}, \\ S2_j &= \frac{ya_j}{N2}. \end{aligned} \quad (4)$$

5. Сформированные данные заносятся в таблицу.

6. Подсчитываются значения статистик T_1 , T_2 и T_3 по формулам (5–7) соответственно

$$T_1 = \max|S1 - S2|, \quad (5)$$

$$T_2 = \max(S1 - S2), \quad (6)$$

$$T_3 = \max(S2 - S1). \quad (7)$$

Получаем

$$T_1 = 0,18; T_2 = 0,18; T_3 = 0,02.$$

7. Так как $N1, N2 > 20$, $T_{кр}$ вычисляется по формуле (8)

$$T_{кр} = Q \sqrt{\frac{N1 + N2}{N1 \cdot N2}}, \quad (8)$$

где Q – квантиль.

При уровне значимости $\alpha = 0,05$, $Q = 1,36$, $T_{кр} = 0,20$.

Так как $T_1 < T_{кр}$ – гипотеза принимается: школьные уровни подготовки двух потоков студентов подчиняются одинаковым законам распределения измеряемых величин.

Так как $T_2 < T_{кр}$ – гипотеза принимается: школьный уровень подготовки студентов, обучающихся по традиционной технологии,

не ниже школьного уровня подготовки студентов, обучающихся по корректируемому индивидуальному плану.

Так как $T_3 < T_{кр}$ – школьный уровень подготовки студентов, обучающихся по традиционной технологии, не выше школьного уровня подготовки студентов, обучающихся по корректируемому индивидуальному плану.

Следовательно, школьный уровень подготовки двух потоков студентов одинаков с вероятностью 0,95.

Проверка гипотезы об отсутствии различий уровней компетенций, сформированных у студентов по первой теме курса

Проверка проведена по методике, описанной в работе [3]. Алгоритм применения критерия Колмогорова–Смирнова приведен выше. Получены следующие значения статистик

$$T_1 = 0,15; T_2 = 0,12; T_3 = 0,15.$$

Так как $T_1 < T_{кр}$ – гипотеза принимается: уровни компетенций, сформированные у студентов контрольных потоков по первой теме курса, подчиняются одинаковым законам распределения измеряемых величин.

Так как $T_2 < T_{кр}$ – гипотеза принимается: уровень компетенций, сформированных по первой теме курса у студентов, обучающихся по традиционной технологии, не ниже уровня компетенций, сформированных у студентов, обучающихся по корректируемому индивидуальному плану.

Так как $T_3 < T_{кр}$ – гипотеза принимается: уровень компетенций, сформированных по первой теме курса у студентов, обучающихся по традиционной технологии, не выше уровня компетенций, сформированных у студентов, обучающихся по корректируемому индивидуальному плану.

Следовательно, уровень компетенций, сформированных по первой теме курса у студентов, обучающихся по традиционной технологии и по корректируемому индивидуальному плану самостоятельной работы, одинаков с вероятностью 0,95.

Проверка гипотезы об отсутствии различий уровней подготовки студентов по дисциплине «Информатика»

Проверка проведена по методике, описанной в работе [3]. Алгоритм применения критерия Колмогорова–Смирнова приведен выше. Получены следующие значения статистик

$$T_1 = 0,23; T_2 = 0,23; T_3 = 0,07.$$

Так как $T_1 > T_{кр}$ – гипотеза отклоняется: уровни подготовки двух потоков студентов по дисциплине «Информатика» не подчиняются одинаковым законам распределения измеряемых величин.

Так как $T_2 > T_{кр}$ – гипотеза отклоняется: уровень подготовки по дисциплине «Информатика» у студентов, обучающихся по традиционной технологии, ниже уровня подготовки по дисциплине «Информатика» у студентов, обучающихся по корректируемым индивидуальным планам.

Так как $T_3 < T_{кр}$ – гипотеза принимается: уровень подготовки по дисциплине «Информатика» у студентов, обучающихся по традиционной технологии, не выше уровня подготовки по дисциплине «Информатика» у студентов, обучающихся по корректируемым индивидуальным планам.

Следовательно, уровень подготовки по дисциплине «Информатика» у студентов, обучающихся по традиционной технологии и по корректируемым индивидуальным планам самостоятельной работы, различен с вероятностью 0,95.

Вывод

Проверка однородности исходных данных в экспериментах с двумя потоками студентов, занимающихся по различным технологиям (по традиционной и с применением скорректированных индивидуальных планов СРС),

методами непараметрической статистики подтвердила, что уровни начальных знаний студентов и уровни сформированных у студентов компетенций по первой теме курса в обоих экспериментах однородны с вероятностью 0,95.

Проверка экспериментальных данных методами непараметрической статистики показала, что уровень подготовки по дисциплине «Информатика» у студентов, обучающихся по скорректированным индивидуальным планам, с вероятностью 0,95 выше, чем у студентов, обучающихся по традиционной технологии, что подтверждает эффективность применения корректируемых индивидуальных планов самостоятельной работы студентов.

Литература

1. Метешкин А.А. Педагогические исследования в высших учебных заведениях / А.А. Метешкин. – Х.: ХНАДУ, 2006. – 98 с.
2. Шевченко В.А. Проверка достоверности результатов моделирования методами непараметрической статистики / В.А. Шевченко // Вісн. нац. техн. ун-ту «ХПІ». Сер. «Нові рішення в сучасних технологіях». – 2012. – № 34. – С. 75–79.
3. Грабарь М.И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы / М.И. Грабарь, К.А. Краснянская. – М.: Педагогика, 1977. – 136 с.
4. Шевченко В.О. Формування індивідуальних планів самостійної роботи студентів: метод. рекомендації для викладачів / В.О. Шевченко. – Х.: ХНАДУ, 2012. – 28 с.

Рецензент: О.Я. Никонов, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 13 марта 2013 г.