

ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 378, 519. 2

DOI 10.23951/1609-624X-2017-4-49-56

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ МЕТОДИК НА ПРИМЕРЕ ОБУЧЕНИЯ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКЕ

Г. Д. Гефан¹, О. В. Кузьмин²

¹ Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск

² Иркутский государственный университет, Иркутск

Статистически изучено влияние применения некоторых интерактивных педагогических технологий (программированное обучение, математические бои, деловые игры) на результаты усвоения студентами курса теории вероятностей и математической статистики. В рамках педагогического эксперимента проведено сравнение контрольной группы с экспериментальными группами, в которых применялись названные технологии обучения. Заметное повышение качества знаний, связанное с применением инновационных методик обучения и выявленное в рамках применения модульно-рейтинговой системы, находит свое подтверждение в результатах промежуточного тестирования и итоговых экзаменационных оценках.

Ключевые слова: интерактивные технологии обучения, модульно-рейтинговая система, контрольно-оценочные мероприятия, педагогический эксперимент, проверка статистических гипотез.

Преподавание математических дисциплин в вузах России традиционно основывается в большей степени на классических методах обучения – объяснительно-иллюстративных (при чтении лекций) и инструктивно-репродуктивных (при проведении семинарских и лабораторных занятий). При этом преподаватель – основное действующее лицо, а обучающиеся либо являются пассивными слушателями, либо пытаются по образцу и подобию воспроизводить показанные действия при решении практических задач. Безусловно, эти методы, когда их применяет умелый и опытный преподаватель, имеют ряд существенных достоинств, главным из которых является возможность донести до аудитории большое количество материала в отведенное время. Недостатки же состоят в малом эмоциональном воздействии этих методов на аудиторию, которая в новом компьютерном мире ориентирована на быстрый обмен небольшими порциями информации и деятельностные, желательны игровые, формы ее усвоения.

В своих предыдущих работах обсуждался ряд интерактивных образовательных технологий с точки зрения их применимости к обучению математическим и вероятностно-статистическим дисциплинам в вузе. Это:

(1) построение лекций в духе проблемного подхода [1];

(2) применение программированного обучения [2];

(3) использование математических боев [3];

(4) организация деловых и обучающих игр [4];

(5) компьютерное моделирование и экспериментирование [5].

Содержанием настоящей статьи является количественный анализ эффективности некоторых образовательных технологий при обучении дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика» студентов технического вуза. В рамках педагогического эксперимента проведено сравнение контрольной группы с экспериментальными группами, в которых применялись те или иные методики обучения. Необходимо подчеркнуть, что технологии (1) и (5) из приведенного выше списка использовались как в контрольной, так и в экспериментальных группах. Дело в том, что и проблемный подход, и применение компьютерных практикумов органически входят в нашу методическую систему обучения и «вычленение» этих технологий не представляется целесообразным.

При сопоставлении результатов обучения, достигнутых с применением различных методик, использовались элементы модульно-рейтинговой системы обучения (МРСО). Это понятие активно вошло в российское образование в 1990-е и последующие годы (например, [6–8]). Неоднократно высказывались опасения, что жесткие организационно-административные рамки при внедрении МРСО превратят ее в «гири для преподавателя» [9]. Счи-

тая подобные опасения небеспопеченными, мы во все не отрицаем того полезного, что может дать применение элементов модульно-рейтингового обучения преподавателю. При одном условии: если эта система будет не сковывать его, не нагружать дополнительными многочисленными «рейтинг-планами» и «рейтинг-отчетами», а, наоборот, давать дополнительные рычаги управления учебным процессом, способствовать индивидуализации обучения, повышать заинтересованность студентов в приобретении знаний и умений.

Как известно, модульное обучение – это такой принцип построения учебного процесса, при котором содержание учебной дисциплины разбивается на блоки (модули). Балльная оценка успеваемости обучающегося по результатам изучения каждого модуля называется рейтингом. В ходе обучения

проводится систематизированный подсчет персональных рейтингов. Если студент набирает некоторое пороговое количество баллов по каждому дисциплинарному модулю, то он может получить итоговую оценку по дисциплине без сдачи экзамена (по суммарному рейтингу). Если студент не удовлетворен оценкой, определенной по суммарному рейтингу, то он обязан сдавать экзамен. В этом случае итоговая оценка по дисциплине определяется по результатам сдачи экзамена с учетом суммарного рейтинга.

Рассмотрим элементы МРСО по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика» (табл. 1), представленной в техническом вузе отдельным курсом на некоторых направлениях подготовки («Информационные системы», «Техническая физика», «Управление качеством», «Экономика»).

Таблица 1

Элементы МРСО по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика»

| Номер модуля | Название модуля | Часы | | | | Контрольно-оценочные мероприятия (КОМ) | Баллы | | |
|--------------|--------------------------------|--------|----------|----------------------|------------------------|---|----------------------------|---------------------|-------------------------------|
| | | Лекции | Семинары | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа | | Максимальное число для КОМ | Нижний порог модуля | Максимальное число для модуля |
| 1 | Теория вероятностей (ТВ) | 20 | 20 | 10 | 46 | Обсуждение выполнения домашних заданий (опросы / математические бои) и активность на семинарах | 8 | 28 | 55 |
| | | | | | | Защита лабораторных работ | 10 | | |
| | | | | | | Проверочная работа по случайным событиям | 6 | | |
| | | | | | | Проверочная работа по числовым характеристикам случайных величин | 6 | | |
| | | | | | | Тестирование по теории вероятностей | 25 | | |
| 2 | Случайные процессы (СП) | 6 | 8 | 4 | 21 | Защита лабораторных работ | 4 | 7 | 15 |
| | | | | | | Активность на семинарах и проверочная работа по марковским процессам и системам массового обслуживания | 5 | | |
| | | | | | | Выполнение индивидуальных заданий по теме «Случайные процессы» (РГР № 1) | 6 | | |
| 3 | Математическая статистика (МС) | 10 | 8 | 4 | 23 | Активность на семинарах | 6 | 15 | 30 |
| | | | | | | Защита лабораторных работ | 6 | | |
| | | | | | | Выполнение индивидуальных заданий по теме «Математическая статистика» (РГР № 2) / деловая игра «Вероятностно-статистические методы в задачах исследования работы железнодорожного транспорта» | 6 | | |
| | | | | | | Тестирование по математической статистике | 12 | | |
| Итого | | 36 | 36 | 18 | 90 | | 100 | 50 | 100 |

К окончанию изучения (за исключением тестирования) 1-го модуля рейтинг студента складывается из баллов за работу на практических и лабораторных занятиях и может составлять максимум 30 баллов. Студенты, набравшие по 1-му модулю 15 и более баллов, допускаются к компьютерному тестированию по теории вероятностей (ТВ), которое может дать еще от 0 до 25 баллов. Как показывает практика, допуск к тестированию студентов с низким предварительным рейтингом (менее 50 % от максимально возможного) не целесообразен: тестирование для них превращается в лотерею, а результат все равно оказывается плачевным.

После изучения 2-го и 3-го модулей рейтинг каждого студента группы может составить максимум 15 баллов по случайным процессам (СП) и 30 баллов – по математической статистике (МС), включая заключительное тестирование.

Перед сессией определяется суммарный рейтинг каждого студента. Если студент преодолел нижний порог каждого модуля (и набрал в сумме не менее 50 баллов), то его знания по дисциплине считаются удовлетворительными. Однако, на авторский взгляд, ставить оценку «удовлетворительно» без экзамена не следует, чтобы не расслаблять студентов, способных на большее. Во всяком случае, здесь имеется некоторый простор для индивидуального подхода (в зависимости от личности студента). Студент, набравший 60 баллов, имеет право, не сдавая экзамена, получить оценку «хорошо», а 80 или более баллов – «отлично». Эти пороговые значения могут показаться недостаточными. Опыт показывает, что они оптимальны. Конечно, было бы приятнее ставить «хорошо» за 70 баллов, а «отлично» – за 90. К сожалению, реальность такова, что в этом случае шансы на досрочную оценку будут иметь лишь 3–5 % обучаемых, что сделает применение МРСО неэффективным, поскольку она не будет мотивировать к учебе абсолютное большинство студентов.

Пример 1. Студент набрал по 1-му модулю $16 + 14 = 30$ баллов, по 2-му модулю 7 баллов, по 3-му модулю $11 + 6 = 17$ баллов (в сумме 54 балла). Этого недостаточно для получения оценки «хорошо» без экзамена.

Если студент не набрал количества баллов, необходимого для получения оценок «хорошо» или «отлично», либо не согласен с оценкой «хорошо», полученной как результат суммарного рейтинга, то он сдает экзамен. Считаем правильным дать такому студенту выбор: получить обычный экзаменационный билет, содержащий теоретические вопросы и задачи, или добирать баллы за счет прохождения тестов. В последнем случае он будет иметь право пройти (возможно, повторно) тест по ТВ и/или тест по МС. Эти баллы суммируются с на-

бранными ранее (если студент не проходил соответствующий тест) либо заменяют прежние баллы (при прохождении теста повторно). Если в результате суммарный рейтинг студента не достиг 50 баллов, то он получает оценку «неудовлетворительно». Если студент набрал от 50 до 59 баллов – «удовлетворительно», от 60 до 79 баллов – «хорошо», от 80 до 100 баллов – «отлично».

Пример 2. Студент до экзамена имел 54 балла, в том числе 14 баллов за тест по ТВ и 6 баллов за тест по МС (см. пример 1). Если на экзамене он получит за тесты в сумме 26 баллов или более (из 37 возможных), то его итоговой оценкой будет «хорошо» ($54 + 26 - 20 = 60$), если менее 26 баллов – «удовлетворительно».

Пример 3. Студент до экзамена имел 28 баллов, тесты не сдавал. На экзамене обычному билету предпочел сдачу тестов. Если за тесты на экзамене он получит в сумме 22 или более баллов, то его итоговой оценкой будет «удовлетворительно», если менее 22 баллов – «неудовлетворительно».

Экзаменатор, полагая возможным улучшение итоговой оценки студента, может дать ему дополнительные задания или задать вопросы.

Приступаем к описанию педагогического эксперимента, по результатам которого проводился анализ эффективности различных методов обучения дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика». В исследовании участвовали 3 группы – одна контрольная и две экспериментальных. Особенности обучения в этих группах таковы: в контрольной группе, за исключением тестирования и компьютерных практикумов, применялись лишь методы контроля, которые называются традиционными: выборочные опросы, проверочные и расчетно-графические работы (РГР). В 1-й экспериментальной группе использовалась технология программированного обучения с помощью обучающей программы КОРТ [2] и математические бои по теме «Случайные события» [3]. Во 2-й экспериментальной группе вместо РГР по МС была проведена деловая игра [4, 10].

В табл. 2 представлены рассчитанные характеристики эффективности обучения студенческих групп, различающихся выбором педагогических технологий. Прежде всего отметим, что для сопоставления результатов таких групп необходимо исключить неравенство стартовых условий. Имеется в виду ситуация, когда результат обучения может зависеть не столько от педагогических методик, сколько от состава участников (проще говоря, когда некоторые из групп по своему составу явно сильнее других). Если контрольная группа слабее экспериментальных, то более высокие средние рейтинги последних не будут свидетельствовать о большей эффективности методов, примененных

при их обучении. В данном случае контрольная группа несколько не уступает экспериментальным группам (на самом деле, даже несколько превосходит их) по результатам освоения модуля 2 (СП), где не было никакого различия в методах обучения. Если сравнивать контрольную группу со 2-й экспериментальной группой, то некоторое преимущество первой из них было очевидным вплоть до того момента, когда в экспериментальной группе была проведена деловая игра по вероятностно-статистическим методам. Таким образом, нельзя предположить, что оценка эффективности педагогических методик могла быть завышена из-за преимущества экспериментальных групп перед контрольной группой по составу студентов.

Итак, сравним результаты контрольной группы с результатами 1-й экспериментальной группы по освоению модуля 1 (ТВ). К моменту получения допуска к тестированию средний рейтинг студентов экспериментальной группы оказался заметно выше среднего рейтинга студентов контрольной группы (16,64 против 14,30 балла). Проверим гипотезу о

генеральных средних [11]. Будем предполагать, что рейтинги подчинены нормальному распределению. Не располагая генеральными дисперсиями, воспользуемся исправленными выборочными дисперсиями, которые составили $s_1^2 = 42,84$ для экспериментальной группы и $s_0^2 = 37,49$ (балл²) для контрольной группы при объемах выборок $n_0 = 23$, $n_1 = 25$. Чтобы не переходить к более сложному критерию Стьюдента, будем считать, что генеральные дисперсии приблизительно равны выборочным. Для сравнения средних рейтингов контрольной и 1-й экспериментальной групп рассчитаем значение статистического критерия:

$$Z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_0}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_0^2}{n_0}}} = \frac{16,64 - 14,30}{\sqrt{\frac{42,84}{25} + \frac{37,49}{23}}} = 1,28.$$

Проверим основную гипотезу $H_0 : a_1 = a_0$ о равенстве средних рейтингов при конкурирующей гипотезе $H_1 : a_1 > a_0$ о том, что средний рейтинг экспериментальной группы выше, чем рейтинг

Таблица 2

Результативность обучения в контрольной и экспериментальных группах

| Характеристика эффективности обучения студенческих групп | Максимальное значение характеристики | Контрольная группа (23 ст.) | Экспериментальная группа | |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------|
| | | | 1-я (25 ст.) | 2-я (22 ст.) |
| Средний балл | | | | |
| за активность на семинарах по ТВ | 8 | 3,70 | 3,60 | 3,55 |
| за проверочную работу по теме «Случайные события» | 6 | 3,23 | 4,13 | 3,47 |
| за проверочную работу по теме «Случайные величины» | 6 | 3,00 | 3,96 | 3,58 |
| за лабораторные работы по ТВ | 10 | 4,65 | 5,44 | 4,32 |
| за работу по ТВ (без тестирования) | 30 | 14,30 | 16,64 | 13,95 |
| Доля студентов, допущенных к тестированию по ТВ, % | 100 | 43,48 | 68,00 | 50,00 |
| Средний балл тестирования по ТВ | 25 | 13,50 | 16,18 | 14,64 |
| Средний рейтинг 1-го модуля (ТВ) | 55 | 20,17 | 27,64 | 21,27 |
| Средний балл | | | | |
| за проверочную работу по теме «Случайные процессы» | 5 | 3,48 | 3,08 | 2,50 |
| за лабораторные работы по СП | 4 | 2,78 | 2,48 | 1,95 |
| за расчетно-графическую работу (СП) | 6 | 3,26 | 3,12 | 2,50 |
| Средний рейтинг 2-го модуля (СП) | 15 | 9,52 | 8,56 | 6,95 |
| Средний балл | | | | |
| за активность на семинарах по МС | 6 | 3,13 | 3,48 | 3,45 |
| за лабораторные работы по МС | 6 | 3,26 | 3,04 | 3,05 |
| за расчетно-графическую работу (МС) или за деловую игру | 6 | 4,65 | 4,36 | 4,41 |
| тестирования по МС | 12 | 7,48 | 7,00 | 9,18 |
| Средний рейтинг 3-го модуля (МС) | 30 | 18,52 | 17,88 | 20,09 |
| Средний суммарный рейтинг | 100 | 48,22 | 54,08 | 48,32 |
| Доля студентов, получивших оценку без экзамена | 100 | 30,43 | 52,00 | 27,27 |

контрольной группы. В этом случае граница правосторонней области z_{cr} находится из условия $\Phi(z_{cr}) = \frac{1}{2} - \alpha$, где α – уровень значимости гипотезы. При $\alpha = 0,05$ $z_{cr} = 1,64$, и это означает, что нет основания отклонить гипотезу $H_0 : a_1 = a_0$. Однако увеличивая строгость проверки основной гипотезы заданием более высокого уровня значимости $\alpha > 0,1$ ($z_{cr} < 1,28$), получаем $Z > z_{cr}$ и отклоняем H_0 в пользу $H_1 : a_1 > a_0$ (по 1-му модулю обучения средний рейтинг экспериментальной группы выше, чем контрольной).

К аналогичному результату можно прийти с помощью рангового критерия Уилкоксона [11]. В этом случае объединяют результаты обеих серий в один вариационный ряд и нумеруют их в порядке возрастания. После этого вычисляют наблюдаемое значение проверочной статистики – сумму рангов (порядковых номеров) измерений из той серии, которая имеет меньшую длину: $W = \sum_{i=1}^{n_1} r_i$. В нашем случае оказалось $W = 495$ (сумма рангов студентов контрольной группы).

При объемах выборок $n_0 > 10$, $n_1 > 10$ статистика W является (в соответствии с центральной предельной теоремой) приближенно нормально распределенной, причем ее математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение определяются как

$$M(W) = \frac{n_0(n_0 + n_1 + 1)}{2} = 563,5;$$

$$\sigma(W) = \sqrt{\frac{n_0 n_1 (n_0 + n_1 + 1)}{12}} = 48,46.$$

(Отметим, что фактическое значение суммы рангов для контрольной группы $W = 495$ заметно ниже математического ожидания.)

Статистический критерий в этом случае определяется как

$$Z = \frac{W - M(W)}{\sigma(W)} = -1,41.$$

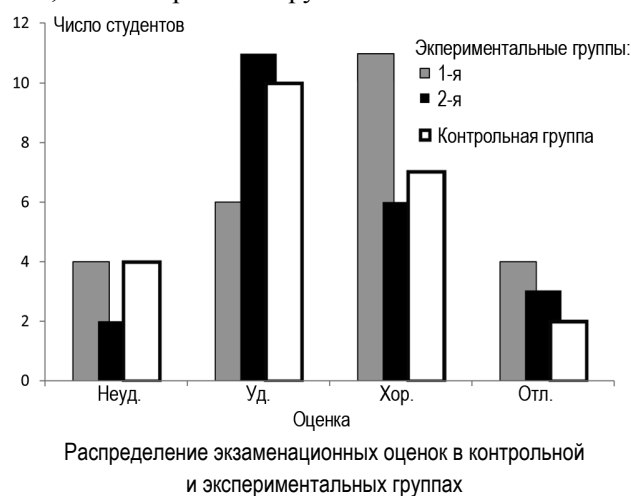
И вновь гипотеза о равенстве средних принимается при $\alpha = 0,05$, но отклоняется при $\alpha > 0,1$. Есть основания считать, что такая неопределенная ситуация связана с не очень большими объемами выборок, а при росте числа наблюдений очевидная тенденция (средний рейтинг экспериментальной группы выше, чем рейтинг контрольной группы) будет усиливаться.

Из табл. 2 видно, что доля студентов 1-й экспериментальной группы, допущенных к тестированию по теории вероятностей, заметно выше аналогичного показателя контрольной группы. (Заметим, что «средние» студенты этой группы преодол-

евают пороговое значение 15 баллов, тогда как «средний» студент контрольной группы не достигает этого результата.) Результаты тестирования также выше у студентов экспериментальной группы. Следовательно, можно сделать вывод, что применение математических боев и обучающей программы КОРТ приводит к заметному улучшению понимания студентами основ теории вероятностей.

Теперь сравним результаты тестирования по математической статистике для двух групп: контрольной и 2-й экспериментальной, в которой вместо РГР «МС» была организована деловая игра по вероятностно-статистическим методам. Здесь средний балл за тестирование экспериментальной группы оказался значимо выше, чем у контрольной группы, хотя до этого мероприятия контрольная группа осваивала материал несколько успешнее. Этот факт подтверждает высказанное предположение, что деловая игра является более эффективной формой обучения в сравнении с расчетной работой и главная причина этого состоит, по-видимому, в том, что РГР многими студентами выполняется либо чисто механически, либо вообще самостоятельно.

На рисунке показано итоговое распределение экзаменационных оценок в контрольной и двух экспериментальных группах. Средний балл (по 5-балльной системе) составил 3,3 балла для контрольной группы, 3,6 и 3,45 балла для 1-й и 2-й экспериментальных групп соответственно. Таким образом, группа, в которой применялись математические бои и программированное обучение теории вероятностей, показала заметно более высокие результаты в сравнении с контрольной группой. Группа, в которой в самом конце изучения дисциплины была организована деловая игра, в итоге заняла промежуточное положение, чуть более высокое, чем контрольная группа.



Итак, контрольно-оценочные мероприятия, являющиеся элементами МРСО, могут служить

инструментом исследования эффективности различных педагогических методик. В данном эксперименте были сопоставлены результаты обучения теории вероятностей и математической статистики трех групп студентов – одной контрольной и двух экспериментальных. В контрольной группе применялись лишь методы контроля, которые называются традиционными: выборочные опросы, проверочные работы и РГР. В экспериментальных группах традиционные методы сочетались с использованием программированного обучения, проведением математических боев и деловых игр.

Разработанная и используемая для программированного обучения система КОРТ [2] обеспечивает самостоятельное прохождение студентами важных стадий учебного процесса: обучение в диалоговом режиме, когда программа корректирует и направляет действия студента; репетиционное тестирование в открытом режиме с комментариями к действиям студента; контрольное тестирование в закрытом режиме. Опыт применения программированного обучения в преподавании математических дисциплин подтверждает высказывавшееся ранее мнение [12], что, хотя темп обучения в этом случае сугубо индивидуален, в среднем он значительно более высок, чем при самостоятельной работе с «обычной» литературой или при традиционных формах групповых занятий.

Применение математических боев и деловых игр нетипично для практики математического образования в высшей школе. Математические бои в основном проводятся как соревнования одаренных школьников. Студенческие математические бои, во-первых, гораздо менее известны, во-вторых, проводятся за рамками учебного процесса. Мы несколько изменили правила математического боя, чтобы адаптировать их к условиям учебного про-

цесса: в нашей версии математические бои проводятся на материале домашних заданий.

В сравнении с обычными, традиционными формами проверки и обсуждения домашних заданий математический бой имеет ряд очевидных преимуществ: коллективизм; повышенная ответственность каждого члена команды за результат; заинтересованность в сложных заданиях, дающих простор для рассуждений и разных подходов к решению; необходимость в постоянной подготовке к занятиям; эмоциональный подъем, всегда присущий состязаниям.

Разработка деловой игры по математическим дисциплинам – это весьма трудоемкий процесс, требующий неформального подхода к учебному материалу и направленный на совмещение математического образования с задачами будущей профессиональной деятельности обучаемых. Подготовка и отношение студентов к деловой игре значительно отличаются в лучшую сторону от их отношения к традиционным мероприятиям – семинарам, контрольным и расчетно-графическим работам, что объясняется возникновением ответственности не только и даже не столько перед преподавателем, сколько перед своими товарищами по команде. Кроме того, деловая игра – эффективное средство перевода абстрактных теоретических знаний в деятельностный контекст, позволяющее радикально сократить время накопления практического опыта.

По результатам исследования выяснилось, что организация математических боев по теме «Случайные события», использование обучающей программы КОРТ по теории вероятностей и проведение деловой игры по вероятностно-статистическим методам заметно повышают качество обучения, что находит свое подтверждение в результатах промежуточного тестирования и итоговых экзаменационных оценках.

Список литературы

1. Гефан Г. Д. Проблемное обучение математике студентов нематематических специальностей и направлений подготовки высшего образования // Математика в высшем образовании. 2015. № 13. С. 51–64.
2. Гефан Г. Д., Кузьмин О. В. Методика построения контрольно-обучающих программ и их использование в преподавании математических дисциплин // Вестн. Бурятского гос. ун-та. 2013. № 15. С. 23–28.
3. Гефан Г. Д. Математические бои как часть учебного процесса в вузе (на примере преподавания теории вероятностей) // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (TSPU Bulletin). 2015. Вып. 7 (160). С. 96–101.
4. Гефан Г. Д. О возможности проведения деловых игр при изучении математических дисциплин в техническом вузе // Проблемы учебного процесса в инновационных школах: сб. науч. трудов / под ред. О. В. Кузьмина. Иркутск: Изд-во ИГУ. 2013. С. 38–46.
5. Гефан Г. Д., Кузьмин О. В. Активное применение компьютерных технологий в преподавании вероятностно-статистических дисциплин в техническом вузе // Вестн. Красноярского гос. пед. ун-та им. В. П. Астафьева. 2014. № 1 (27). С. 57–61.
6. Нохрина Н. Н., Лапко Т. М. Видовые особенности систем контроля результатов обучения студентов // Вестник ЮУрГУ. 2006. № 9. С. 116–121.
7. Масленников А. С., Шебашев В. Е. Организация учебного процесса на основе модульно-рейтинговой технологии // Фундаментальные исследования. 2007. № 2. С. 68–70.
8. Медведева И. П., Миндеева С. В., Бекирова Р. С. Модульно-рейтинговая технология обучения математике в техническом вузе // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 2 (22). С. 146–151.

9. Образование: новости, перспективы, реакция, общение. URL: <http://www.eduhelp.info/page/modulno-rejtingovaja-sistema-pljusy-i-minusy> (дата обращения: 30.10.2016).
10. Гефан Г. Д. Вероятностно-статистические методы на примере задач исследования работы железнодорожного транспорта: метод. пособие для проведения деловых игр. Иркутск: ИрГУПС, 2015. 32 с.
11. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М: Высшая школа, 2003. 480 с.
12. Педагогические технологии: учеб. пособие для студентов пед. специальностей / под общ. ред. В. С. Кукушкина. Ростов н/Д: Март, 2002. 320 с.

Гефан Григорий Давыдович, кандидат физико-математических наук, доцент, Иркутский государственный университет путей сообщения (ул. Чернышевского, 15, Иркутск, Россия, 664074). E-mail: grigef@rambler.ru

Кузьмин Олег Викторович, доктор физико-математических наук, профессор, Иркутский государственный университет (ул. К. Маркса, 1, Иркутск, Россия, 664003). E-mail: quzminov@mail.ru

Материал поступил в редакцию 11.11.2016.

DOI 10.23951/1609-624X-2017-4-49-56

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF EDUCATIONAL METHODS ON THE EXAMPLE OF TEACHING THE PROBABILITY THEORY AND MATHEMATICAL STATISTICS

G. D. Gefan¹, O. V. Kuzmin²

¹ Irkutsk State Railway University, Irkutsk, Russian Federation

² Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation

Teaching of mathematical disciplines in Russian universities has traditionally been based largely on the classic teaching methods (explanatory-illustrative and instructive-reproductive). Of course, the design of programmed instruction, as well as development of simulated and game methods of training is a very time consuming process. However, these training methods can dramatically improve the cognitive interest of students, their responsibility for the result, contribute to the development of skills both individual and collective work. (When using the programmed instruction the pace of learning is individual; in conducting the educational and business games we can develop the ability to act as a team). The effectiveness of innovative interactive methods (programmed instruction, “mathematical fights” and business games) requires not only logical basis, but also the statistical verification. The article studies the effect of the application of some interactive teaching technologies at the results of the students mastering the course of probability theory and mathematical statistics. The pedagogical experiment contained a comparison between one control group and two experimental groups in which these learning technologies were applied. The analysis was based on statistical hypothesis testing using t-test and Wilcoxon criterion. A marked increase in the knowledge quality associated with the use of innovative teaching methods and identified through the use of module-rating system, finds its confirmation in the results of the interim tests and final exam grade. The average exam score (on a 5-point scale) was as follows: 3.3 points for the control group and 3.45–3.6 points for the experimental groups.

Key words: *interactive learning technology, module-rating system, control and evaluation activities, pedagogical experiment, statistical hypothesis testing.*

References

1. Gefan G. D. Problemnoye obucheniye matematike studentov nematematicheskikh spetsial'nostey i napravleniy podgotovki vysshego obrazovaniya [Problem-based maths teaching to students of non-mathematical specialties and areas of training of higher education]. *Matematika v vysshem obrazovanii – Mathematics in Higher Education*, 2015, no. 13, pp. 51–64 (in Russian).
2. Gefan G. D., Kuz'min O. V. Metodika postroeniya kontrol'no-obuchayushchikh programm i ikh ispol'zovaniye v prepodavanii matematicheskikh distsiplin [Methodology of projecting control-training programs and their application in teaching mathematical disciplines]. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta – BurSU Bulletin*, 2013, no. 15, pp. 23–28 (in Russian).
3. Gefan G. D. Matematicheskiye boi kak chast' uchebnogo protsessa v vuze (na primere prepodavaniya teorii veroyatnostey) [Mathematical fights as part of the educational process in the university (teaching of the probability theory as example)]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta – TSPU Bulletin*, 2015, no. 7 (160), pp. 96–101 (in Russian).
4. Gefan G. D. O vozmozhnosti provedeniya delovykh igr pri izuchenii matematicheskikh distsiplin v tekhnicheskome vuze [On the possibility of business games in the study of mathematical disciplines in technical higher school]. *Problemy uchebnogo protsessa v innovatsionnykh shkolakh: sb. nauch. tr. [Problems of educational process in innovative schools: collection of scientific works]*. Irkutsk, ISU Publ., 2013. Pp. 38–46 (in Russian).

5. Gefan G. D., Kuz'min O. V. Aktivnoye primeneniye komp'yuternykh tekhnologiy v prepodavanii veroyatnostno-statisticheskikh distsiplin v tekhnicheskoy vuzе [The active use of computer technology in the teaching of probabilistic and statistical disciplines in higher technical educational institution]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V. P. Astaf'eva – KSPU Bulletin*, 2014, no. 1 (27), pp. 57–61 (in Russian).
6. Nohrina N. N., Lapko T. M. Vidovye osobennosti sistem kontrolya rezul'tatov obucheniya studentov [Specific features of student performance monitoring systems]. *Vestnik YuUrGU – Bulletin the South Ural State University*, 2006, no. 9, pp. 116–121 (in Russian).
7. Maslennikov A. S., Shebashev V. E. Organizatsiya uchebnogo protsessa na osnove modul'no-reytingovoy tekhnologii [The organization of educational process on the basis of module-rating technology]. *Fundamental'nye issledovaniya – Fundamental research*, 2007, no. 2, pp. 68–70 (in Russian).
8. Medvedeva I. P., Minceeva S. V., Bekirova R.S. Modul'no-reytingovaya tekhnologiya obucheniya matematike v tekhnicheskoy vuzе [Module-rating technology for teaching mathematics in technical institution]. *Sistemy. Metody. Tekhnologii – Systems. Methods. Technologies*, 2014, no. 2 (22), pp. 146–151 (in Russian).
9. *Obrazovaniye: novosti, perspektivy, reaktsiya, obshcheniye* [Education: news, perspective, response, communication]. URL: <http://www.eduhelp.info/page/modulno-rejtingovaya-sistema-pljusy-i-minusy> (accessed 30.10.2016) (in Russian).
10. Gefan G. D. *Veroyatnostno-statisticheskiye metody na primere zadach issledovaniya raboty zheleznodorozhnogo transporta: metodicheskoye posobiye dlya provedeniya delovykh igr* [Probabilistic and statistical methods on the example of research problems of rail transport: handbook for business games]. Irkutsk, IrSURC Publ., 2015. 32 p. (in Russian).
11. Gmurman V. E. *Teoriya veroyatnostey i matematicheskaya statistika* [Theory of Probability and Mathematical Statistics]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2003. 480 p. (in Russian).
12. *Pedagogicheskiye tekhnologii: ucheb. posobiye dlya studentov ped. spetsial'nostey* [Pedagogical technologies: Textbook for students of ped. specialties]. Under the editorship of V.S. Kukushkin. Rostov-on-Don, Mart Publ., 2002. 320 p. (in Russian).

Gefan G. D., Irkutsk State Railway University (ul. Chernyshevskogo, 15, Irkutsk, Russian Federation, 664074).
E-mail: grigef@rambler.ru

Kuz'min O. V. Irkutsk State University (ul. K. Marksa, 1, Irkutsk, Russian Federation, 664003). E-mail: quzminov@mail.ru