

Сердюков Владимир Иванович,

доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией педагогических технологий на базе средств информатизации и коммуникации, Институт информатизации образования Российской академии образования; 119121, г. Москва, ул. Погодинская, д. 8; e-mail: wis24@yandex.ru

Сердюкова Наталья Александровна,

доктор экономических наук, кандидат физико-математических наук, профессор кафедры финансов и цен, Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова; 117997, г. Москва, Стремянный пер., 36; e-mail: nsns25@yandex.ru

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гипотеза педагогического исследования; высказывание; педагогический эксперимент; репрезентативная выборка; экспериментальная и контрольная группы; предварительное и итоговое тестирование.

АННОТАЦИЯ. Рассмотрены актуальные вопросы организации и проведения педагогического эксперимента.

Serdukov Vladimir Ivanovich,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Educational Technologies on the Base of Informatization and Communication Resources, Institute of Educational Informatization of Russian Academy of Education.

Serdukova Natalia Alexandrovna,

Doctor of Economics, Candidate of Physics and Mathematics, Professor of the Chair of Finance and Prices, Russian Economical University named after Plekhanov.

RELEVANT QUESTIONS OF ORGANIZATION AND REALIZATION OF DIDACTIC EXPERIMENT AND WAYS OF SOLVING PROBLEMS

KEY WORDS: hypothesis of pedagogical research; utterance; didactic experiment; representative sample; experimental and control group; pre-testing and final testing.

ABSTRACT. The author considers the relevant problems of organization and realization of didactic experiment.

С оставной частью многих педагогических исследований является педагогический эксперимент (от лат. *experimentum* – проба, опыт). Он проводится тогда, когда выдвинутую исследователем гипотезу педагогического исследования не удаётся доказать теоретически. Однако возможности педагогического эксперимента ограничены, ибо в результате его проведения доказать истинность гипотезы педагогического исследования нельзя, но можно проверить её правдоподобность применительно к условиям, воспроизводимым в ходе его организации и проведения. Ошибки в определении и описании условий организации и проведения педагогического эксперимента могут стать причиной получения ложных статистических выводов. Этим вопросам и посвящена данная статья.

Педагогическая гипотеза. Предположим, что педагогическая гипотеза сформулирована правильно. Тогда цель проверки педагогической гипотезы Z , если её формализовать на языке алгебры высказываний, заключается в установлении тождественной истинности следующего высказывания:

$$\exists C \forall A \rightarrow B \quad [1]$$

на области его определения Q , где:

A – высказывание о предполагаемой причине (представляющей собой в общем случае совокупность изменений, предлагаемых для внесения в учебный процесс), которую можно рассматривать как сложное высказывание:

$$A = \bigwedge_{i=1}^n A_i \quad [2]$$

A_i – высказывание об одном из изменений, предлагаемом для внесения в учебный процесс и представляющем собой элементарное высказывание;

B – высказывание об ожидаемом следствии (представляющим собой в общем случае совокупность ожидаемых перемен в результатах обучения), которое также можно рассматривать как сложное высказывание:

$$B = \bigwedge_{i=1}^m B_i \quad [3]$$

B_i – высказывание об одной из ожидаемых перемен в результатах обучения, которую будем рассматривать как элементарное высказывание;

C – высказывание о причинах, вызывающих появление B , которое в общем случае будет иметь следующий вид:

$$C = \bigwedge_{i=1}^k C_i \quad [4]$$

C_i – высказывание об одной из причин, способных вызвать появление следствия B , которую будем рассматривать как элементарное высказывание.

Следовательно, изучая гипотезу педагогического исследования, подлежащую экспериментальной проверке, необходимо выявить и конкретизировать все элементарные высказывания, входящие в высказывание [1], определить способы и правила, по которым в ходе эксперимента будут устанавливаться их истинные значения. В результате выполнения этой работы должна быть конкретизирована и обоснована цель педагогического эксперимента Z_R , которая, если её формализовать на языке алгебры высказываний, будет состоять в установлении тождественной истинности следующего высказывания:

$$\uparrow C_R \vee A_R \rightarrow B_R \quad [5]$$

на области его определения Q_R , где:

B_R – высказывание о следствии (ожидаемых переменных в результатах обучения), подлежащих наблюдению и регистрации в ходе педагогического эксперимента. Оно в общем случае может совпадать с B и представлять собой сложное высказывание:

$$B_R = \bigwedge_{i=1}^{m_R} B_{Ri} \quad [6]$$

B_{Ri} – элементарное высказывание об одной из переменных в результатах обучения;

C_R – высказывание об известных экспериментатору причинах, способных привести к появлению B_R , которое можно записать на языке алгебры высказываний в виде формулы более низкого уровня:

$$C_R = A_R \vee \overline{A_R},$$

A_R – высказывание о подлежащей наблюдению и реализации в педагогическом эксперименте причине предполагаемого появления следствия B_R (совокупности изменений, вносимых в учебный процесс). Оно в общем случае может рассматриваться как сложное высказывание:

$$A_R = \bigwedge_{i=1}^{n_R} A_{Ri} \quad [7]$$

A_{Ri} – элементарное высказывание об одном из изменений, за внесением которого

в учебный процесс будет установлено наблюдение;

$\overline{A_R}$ – высказывание о причинах, за которыми экспериментатор должен установить контроль, чтобы их реализация в педагогическом эксперименте стала невозможной.

Выражая сложное высказывание C_R через элементарные высказывания, получим:

$$C_R = \bigwedge_{i=1}^{k_R} C_{Ri} \quad [8]$$

C_{Ri} – элементарное высказывание об одной из причин, способных вызвать появление следствия B_R .

При этом возможны следующие случаи. Первый – когда:

$$Q \equiv Q_R \quad [9]$$

При этом цель эксперимента Z_R может совпадать с первоначальной целью Z .

Второй – когда:

$$Q \subset Q_R \quad [10]$$

При этом цель эксперимента Z_R может отличаться от первоначальной цели Z , ибо в общем случае из тождественной истинности высказывания [1] не следует тождественная истинность высказывания [5].

Третий – когда:

$$Q \supset Q_R \quad [11]$$

При этом цель эксперимента Z_R может отличаться от первоначальной цели Z_R , ибо в общем случае из тождественной истинности высказывания [5] не следует тождественная истинность высказывания [1].

Четвёртый – когда:

$$(Q \setminus Q_R) \cap (Q_R \setminus Q) \quad [12]$$

При этом цель эксперимента Z_R может существенно отличаться от первоначальной цели Z_R , ибо в общем случае по тождественной истинности одного из высказываний, например, [5], нельзя сказать определённо, является ли тождественно истинным высказывание [1].

Таким образом, только в случае [8] цель педагогического эксперимента может совпадать с первоначальной целью, вытекающей из формулировки педагогической гипотезы исследования. Однако для этого экспериментатор должен выявить все элементарные высказывания, которые могут привести к появлению B , с тем чтобы в ходе педагогического эксперимента исключить влияние на B тех из них, что составляют сложное высказывание ($\uparrow A$). Но это вряд ли возможно. Например, проводится педагогический эксперимент по оценке эффективности новых методических аспектов в обучении студентов вуза какой-либо из учебных дисциплин. Безусловно, на оценку

этой эффективности существенное влияние оказывает посещаемость занятий студентами, что должно быть учтено при проведении педагогического эксперимента. Однако анализ авторефератов диссертаций, представленных в Интернете на сайте: «vak.ed.gov.ru» в 2012 года в разделе: «Педагогические науки» (далее – анализ авторефератов), показал, что ни в одном из педагогических экспериментов, описанных в них, влияние посещаемости занятий студентами на эффективность обучения не учитывалось. Другим фактором, который может оказать существенное влияние на оценку эффективности, является репетиторство, но и этот фактор, как следует из анализа авторефератов, не учитывался. И таких примеров, когда цель эксперимента Z_R может отличаться от первоначальной цели Z , довольно много.

При этом тождественная истинность высказывания [5] будет, как правило, проверяться не на всей области его определения Q_R , а выборочно, для случая, когда каждое элементарное высказывание, его составляющее, примет одно из возможных логических значений.

План педагогического эксперимента. Чаще всего в педагогическом эксперименте принимают участие две группы: экспериментальная и контрольная (3). Это подтверждают и результаты анализа авторефератов. План проведения такого эксперимента может предусматривать последующее обучение экспериментальной и контрольной групп по экспериментальной и традиционной методикам соответственно с предварительным и итоговым тестированием. Придерживаясь подхода, изложенного в (2), план данного педагогического эксперимента можно представить в виде следующей условной записи:

$$\begin{array}{ccccc} G & R_E & T_{Ep} & A_R & T_{Ef} \\ & R_C & T_{Cp} & A_R & T_{Cf} \end{array} \quad [13]$$

В этой записи каждая заглавная буква латинского алфавита означает событие (операцию). Их расположение в строке указывает на последовательность осуществления событий во времени: событие, символическое обозначение которого размещено слева, предшествует по времени осуществления событию, символическое обозначение которого размещено справа. Количество строк в условной записи соответствует количеству групп испытуемых, которые должны принять участие в данном эксперименте. В первой строке условной записи представлен план участия в педагогическом эксперименте экспериментальной группы, во второй – контрольной группы. Запись одного события под другим указывает на то, что эти события должны быть реализованы

в эксперименте в одно и то же время. Изложив общие правила составления условных записей планов экспериментов, перейдем к подробному рассмотрению плана [13]. Его реализация должна начаться с события G . Оно заключается в определении генеральной совокупности лиц G , на которую будут распространяться результаты педагогического эксперимента и из которой будут формироваться экспериментальная и контрольная группы. После этого в педагогическом эксперименте должны быть одновременно реализованы следующие два события: R_E , R_C . В результате реализации этих событий должны быть сформированы случайным образом экспериментальная и контрольная группы соответственно. Затем должна проводиться проверка нулевой статистической гипотезы о принадлежности экспериментальной и контрольной групп по уровням начальных знаний генеральной совокупности G по результатам их одновременного предварительного тестирования: T_{Ep} , T_{Cp} . В случае, если результаты проверки нулевой статистической гипотезы позволят принять её за правдоподобную, то за этим должно последовать одновременное обучение экспериментальной и контрольной групп по экспериментальной и традиционной методикам соответственно. При этом в процесс обучения экспериментальной группы, в отличие от контрольной группы, должны быть внесены изменения A_R . По завершению обучения проводится проверка правдоподобности выдвинутой в теоретической части исследования педагогической гипотезы по результатам одновременного итогового тестирования экспериментальной и контрольной групп: T_{Ef} , T_{Cf} .

Помимо плана [13], в педагогических исследованиях используются и другие планы построения педагогических экспериментов. В частности, при разработке нового курса педагогический эксперимент в большинстве случаев проводится по плану, предусматривающему формирование экспериментальной группы и её обучение с предварительным и итоговым тестированием. Этому плану можно присвоить следующее условное обозначение:

$$G \quad R_E \quad T_{Ep} \quad A_R \quad T_{Ef} \quad [14]$$

Имеются также планы, отличающиеся от [13] и [14] отсутствием предварительного тестирования. Все эти планы проще плана [13]. Поэтому вернёмся к плану [13].

Экспериментальная и контрольная группы учащихся. Предполагается, что экспериментальная и контрольная группы будут представлять собой репрезентативные случайные выборки из генеральной совокупности G , составленной из лиц, которые в будущем должны будут обучаться

данному предмету (далее – генеральная совокупность 1). А это возможно только в том случае, когда у исследователя есть ясное представление о генеральной совокупности 1 и о способе отбора элементов из неё в требуемую выборку.

Существует два основных способа возможного формирования репрезентативной случайной выборки из генеральной совокупности 1.

Первый способ – собственно случайный отбор. Он основан на случайном отборе элементов из генеральной совокупности без предварительного расчленения её по типическим группам. В этом случае репрезентативность будет обеспечена только тогда, когда будет реализован основной принцип репрезентативного отбора: все элементы генеральной совокупности 1 будут иметь равные возможности попадания в формируемые выборки.

Второй способ – типический отбор. Он основан на предварительном обследовании генеральной совокупности 1, выявлении признаков, по которым эта совокупность может быть подразделена на типические группы, и определении их межгрупповых численных пропорций. Выборка формируется путем отбора элементов из каждой типической группы случайным образом с соблюдением их межгрупповых численных пропорций.

Из этого следует, что в данном случае первый способ неприменим, ибо лица, в интересах которых собственно и производится педагогический эксперимент, лишены возможности быть отобранными в формируемые учебные группы. Остаётся второй способ, для реализации которого необходимо проведение предварительного обследования генеральной совокупности 1, её разбиение по типическим группам (успеваемость, возраст, пол, посещаемости занятий и т. д.). Однако генеральная совокупность 1, хотя и существует, но её формирование ещё не закончено (а возможно, и не началось, если речь идёт о первом классе общеобразовательной школы или первом курсе среднего специального или высшего учебного заведения). Приём, обычно используемый в таких случаях, заключается в замене объекта, подлежащего обследованию, схожим объектом. Таким объектом может быть генеральная совокупность лиц, ранее обучавшихся по традиционной методике (генеральная совокупность 2). Их схожесть следует из того факта, что объединение генеральных совокупностей 1 и 2 образует генеральную совокупность лиц, которые обучались, обучаются или будут обучаться по одной из сравниваемых методик (генеральная совокупность 3). Но могут быть и различия. Лиц, из

которых формируется генеральная совокупность 2, можно подразделить по времени прохождения ими обучения на наборы. Это позволяет представить генеральную совокупность 2 в виде последовательности наборов учащихся, характеристики которых будут образовывать временной ряд. При этом продолжением ряда, образованного характеристиками генеральной совокупности 2, будет ряд из характеристик генеральной совокупности 1, а их объединение представляет собой ряд, образуемый характеристиками генеральной совокупности 3. В этой связи обследование генеральной совокупности 2 должно включать в себя формирование временного ряда, характеризующего долевой состав типических групп, и его проверку на стационарность. Если при этом будет установлено, что данный временной ряд является нестационарным, то необходимо дополнительно построить модель, позволяющую прогнозировать изменение долевых соотношений между типическими группами генеральной совокупности 1 в предстоящих наборах с некоторой погрешностью. Используя результаты прогноза, можно произвести типический отбор учащихся в контрольную и экспериментальную группы. Проведению таких исследований могли бы способствовать портфолио студентов, но, к сожалению, таких портфолио мало, а в тех, что есть, пока сложно найти данные, необходимые для осуществления типического отбора.

Однако анализ авторефератов показал, что в 2012 года не было защищено ни одной диссертации на соискание учёной степени доктора педагогических наук, в которой формирование экспериментальной и контрольной групп было осуществлено по способу 2. Возможно, это связано с тем, что затраты времени на организацию и проведение предварительного обследования генеральной совокупности 1 весьма высоки. Поэтому в практике проведения педагогических экспериментов обычно ограничиваются генеральной совокупностью лиц, которые должны приступить к изучению дисциплины в момент возникновения необходимости в проведении педагогического эксперимента (генеральная совокупность 4). При этом генеральная совокупность 4 представляет собой нерепрезентативную выборку из генеральной совокупности 1 (а также из генеральных совокупностей 2 и 3), ибо способ её отбора не соответствует основному принципу его осуществления. Следовательно, статистические выводы, построенные на изучении экспериментальной и контрольной групп, сформированных из генеральной совокупности 4, могут распространяться только на генеральную совокупность 4,

да и то при условии, что отбор учащихся в указанные группы будет производиться в строгом соответствии с основным принципом репрезентативного отбора. Для реализации этого принципа необходимо, чтобы существующие штатные учебные группы на время проведения эксперимента были распущены, а вместо них созданы две новые группы: экспериментальная и контрольная. Однако ни преподаватель, ни руководство кафедры, проводящие педагогический эксперимент, не обладают полномочиями, позволяющими им распустить существующие и создать новые учебные группы. А обращение за помощью в проведении педагогического эксперимента в вышестоящие инстанции не всегда находит должное понимание и поддержку.

Возможно, поэтому, как показал анализ авторефератов, вместо способов 1 и 2 на практике чаще применяется иной способ формирования экспериментальной и контрольной групп, который условно назовём способом 3. Он состоит в использовании двух уже существующих штатных учебных групп без изменения их состава. Одну из штатных учебных групп условно называют экспериментальной, а вторую – контрольной. С этим нельзя согласиться, ибо здесь имеет место неправильное применение статистического метода, грубое нарушение основного принципа репрезентативного отбора. Хотя сформированные по способу 3 экспериментальная и контрольная группы будут случайными выборками из генеральной совокупности 4, но они в общем случае не будут однородными, ибо их свойства могут существенно отличаться от свойств генеральной совокупности 4. Например, в одной из них может оказаться больше «отличников» и меньше «троечников», чем в другой, и т. д.

Несмотря на это многие экспериментаторы, как показал анализ авторефератов, считают допустимым формирование экспериментальной и контрольной групп по способу 3, если результаты предварительного тестирования позволят принять в качестве правдоподобной статистическую гипотезу об их однородности. Однако такое «обоснование» принять нельзя, ибо в нём изначально «телега поставлена впереди лошади». Исследование генеральной совокупности выборочным методом начинается с формирования репрезентативной выборки. Нарушение принципа репрезентативного отбора, подмена репрезентативной выборки иной выборкой ведёт к получению иных статистических выводов. Лучший способ избежать этого состоит в том, чтобы строго соблюдать основополагающие принципы проведения статистических исследований.

Преподаватели. Параллельно с отбором учащихся должен быть произведён отбор преподавателей – участников эксперимента. Влияние преподавателя на результат обучения огромно. У каждого из них разный уровень знания предмета, педагогический опыт, подход к обучению, умение увлечь учащихся желанием изучать преподаваемый предмет и т. д. Преподавателей много, но среди них нет даже двух одинаковых. Поэтому к отбору преподавателей, участвующих в проведении педагогического эксперимента, необходимо относиться так же, как и к отбору учащихся в экспериментальную и контрольную группы. Сначала надо определить генеральную совокупность преподавателей G_L , а затем произвести из неё выборку, строго придерживаясь при этом основного принципа репрезентативного отбора. Анализ авторефератов диссертаций показал, что в описанных в них педагогических экспериментах, как правило, участвовало два преподавателя, один проводил занятия в экспериментальной группе, другой – в контрольной группе, при этом способ их отбора, как правило, не раскрыт. Однако две выборки, состоящие из одного преподавателя для экспериментальной группы и ещё одного преподавателя – для контрольной группы, вряд ли могут рассматриваться как репрезентативные, пусть даже при этом будет соблюден основной принцип репрезентативного отбора. Сейчас много говорят и пишут о малых выборках, то есть о выборках малого объёма, которые используются в статистических исследованиях там, где невозможно получить выборку должного объёма из-за уникальности исследуемого явления или колоссальной стоимости каждого опыта. Но и малая выборка, как правило, состоит из нескольких элементов, а не из одного. Уместно отметить, что в профильных энциклопедических изданиях (1; 3) понятие «малая выборка» отсутствует. В основу выборочного метода положены предельные теоремы теории вероятностей. Поэтому во многих руководствах нижняя граница объёма выборки определяется 50 элементами, а в отдельных случаях – не менее 30 (4). Однако в нашей стране сложно найти вуз, в котором столько учебных групп изучали бы одну и ту же учебную дисциплину. Возможно, в некоторых случаях к проведению педагогического эксперимента следует привлекать несколько родственных вузов, но и в них количество учебных групп будет, скорее всего, меньше, чем то, что необходимо для выполнения указанной рекомендации. Поэтому приходится довольствоваться малой выборкой. Но и малая выборка должна быть максимально возможной малой вы-

боркой. И этот выбор должен быть обоснованным.

Один из подходов, направленных на обеспечение обоснованного отбора преподавателей для проведения педагогического эксперимента, может состоять в проведении сравнительной оценки уровня остаточных знаний в тех учебных группах, что ранее учились у данных педагогов. Основываясь на портфолио преподавателей, можно доверять, например, проведение занятий в контрольной группе лучшему преподавателю, а в экспериментальной группе – другому преподавателю, может быть, существенно уступающему лучшему преподавателю по результатам своей педагогической деятельности. Конечно, этот подход не соответствует основному принципу репрезентативного отбора. Этот подход можно использовать только тогда, когда реализация иных подходов невозможно. И его применение должно быть уравновешено форой, изначально предоставленной контрольной группе перед экспериментальной группой.

Педагогический измерительный материал. Многое в педагогическом эксперименте определяется качеством педагогических измерительных материалов, используемых при предварительном и итоговом тестировании. Здесь важно, чтобы тестовые задания соответствовали цели педагогического эксперимента. При этом:

- тестовые задания должны полностью охватывать то общее, что изучалось учащимися экспериментальной и контрольной групп;

- выборка тестовых заданий из базы тестовых заданий должна быть репрезентативной;

- вероятность того, что учащийся, вчитавшись в формулировку тестового задания, сможет угадать правильный ответ, должна быть пренебрежимо малой, ибо в противном случае оценка правильности выполнения тестовых заданий будет смещённой;

- результаты выполнения различных тестовых заданий разными учащимися должны быть сравнимы между собой, а это значит, что тестовые задания должны быть однородными, в том числе по сложности их выполнения.

К сожалению, общепринятой методики разработки измерительных материалов для проведения тестирования при проведении педагогических экспериментов в нашей стране нет. Общепринятых критериев оценки качества измерительных материалов также нет, как и критериев оценки выполнения тестового задания учащимся. Каждый исследователь решает эту задачу самостоятельно, не имея, как правило, должного опыта такой работы. В этой связи жела-

тельно, чтобы тесты, которые предполагается использовать в педагогическом эксперименте, предварительно были опробованы в других образовательных учреждениях данного профиля обучения. Желательно, чтобы при этом был исследован вопрос о соответствии времени, отводимого на тестирование, уровню сложности решаемых задач и т. д. Это способствовало бы повышению качества педагогических измерительных материалов. Желательно также, чтобы все участники педагогического эксперимента в течение всего времени его проведения были в одинаковых условиях. А это значит, что у них всё – расписание проведения занятий, их посещаемость, продолжительность подготовки к итоговому тестированию, обеспеченность учебниками, учебными пособиями и методическими рекомендациями по подготовке к тестированию и т. д. – всё должно быть одинаковым. Кроме того, в одинаковых условиях должны быть и преподаватели, ведущие занятия в экспериментальной и контрольной группах, в том числе и в части осведомлённости о содержании педагогических измерительных материалов, подготовленных для итогового тестирования.

В последние годы много внимания уделяется федеральным интернет-экзаменам в сфере профессионального образования. За период с марта по июнь 2012 года в них приняли участие 597189 студентов вузов и ссузов, каждый из которых сдал Федеральный интернет-экзамен по одной из 8619 образовательных программ. Однако у тестовых заданий, используемых при проведении федеральных интернет-экзаменов, как показал проведенный в анализ (6; 7), много недостатков. Основываясь на результатах этого анализа, можно утверждать, что те тесты, по которым ныне проводятся федеральные интернет-экзамены, не согласуются пока с ранее указанной целью педагогического эксперимента. Дело в том, что сдать федеральный интернет-экзамен в его нынешнем виде может любое лицо, которое, не обладая необходимыми для этого знаниями, будет пытаться случайным образом угадать из предлагаемых вариантов ответов правильный ответ. При этом шансы человека ещё более возрастут, если он предварительно, вчитавшись в текст задания, отбросит те из вариантов ответов, что противоречат условию задания.

Перспективы. В реальности A , B , C , A_R , B_R , C_R – векторные величины. Без ограничения общности можно считать, что это векторы одинаковой размерности (ибо недостающие координаты можно обнулить). Это предопределяет необходимость перехода от скалярных случайных величин

к случайным векторам. В каждом конкретном педагогическом эксперименте значения координат указанных векторов должны быть заданы либо в поле рациональных чисел или в поле действительных чисел.

В обоих случаях векторы будут заданы в евклидовом векторном пространстве, что позволит в будущем использовать многомерные статистические методы обработки результатов экспериментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вероятность и математическая статистика. Энциклопедия. М. : Большая российская энциклопедия, 1999.
2. Кэмпбелл Д. Т. Модели экспериментов в социальной психологии и прикладных исследованиях. – СПб. : Социально-психологический центр, 1996.
3. Математическая энциклопедия. М. : Советская энциклопедия. В 5-и т. Т. 1, 1977. Т. 2, 1979. Т. 3, 1982. Т. 4, 1984. Т. 5, 1985.
4. Орлов А. И. Эконометрика : учебник для вузов. Ростов-н/Д. : Феникс, 2009.
5. Российская педагогическая энциклопедия. URL: http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Pedagog/russpenc
6. Сердюков В. И. О количественном оценивании достоверности результатов автоматизированного контроля знаний // Информатика и образование. 2010. №3.
7. Сердюков В. И., Куракин А. С.. Вероятностный подход к оценке результатов мониторинга знаний студентов // Педагогическая информатика. 2011. №6.

Статью рекомендует д-р пед. наук, проф. Т. Ш. Шихнабиева.