**Информационно-кибернетический
подход к проектированию**

педагогического эксперимента

**Abordare informațional-cibernetică în
proiectarea experimentului pedagogic**

**Information-cybernetic approach to the
design of a pedagogical experiment**

**Виолетта Богданова, докторант,
Тираспольский Государственный
Университет, Кишинэу**

ORCID: 0000-0003-4140-6317

CZU: 37.0:51-7

DOI: 10.46727/jshs.2021.v48.i2.p111-124

Аннотация

Представлены этапы педагогического эксперимента по обучению информационной безопасности будущих экономистов с точки зрения информационно-кибернетического подхода. Результаты экспериментов статистически обработаны, оценены с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни и критерия ϕ^* – углового преобразования Фишера.

Ключевые слова: педагогический эксперимент, системный подход, информационно-кибернетический подход, непараметрические критерии, U-критерий Манна-Уитни, ϕ^* – критерий углового преобразования Фишера, уровень значимости.

Rezumat

Sunt analizate etapele desfășurării experimentului pedagogic privind studierea securității informaționale de către viitorii economiști din perspectivă informațional cibernetică. Rezultatele experimentale obținute sunt examinate utilizând testele nonparametrice Mann-Whitney și criteriul ϕ^* – transformarea unghiulară a lui Fisher.

Cuvinte-cheie: experiment pedagogic, abordare sistemică, abordare informațional-cibernetică, criterii neparametrice, criteriul U-Mann-Whitney, ϕ^* – criteriul de transformare unghiulară al lui Fisher, nivelul de semnificație.

Abstract

The stages of a pedagogical experiment on teaching information security of future economists are presented from a cybernetic informational perspective. The experimental results were statistically processed, evaluated using the nonparametric Mann-Whitney test and the ϕ^* criterion - Fisher's angular transformation.

Keywords: pedagogical experiment, systems approach, information-cybernetic approach, nonparametric criteria, U-Mann-Whitney criterion, ϕ^* – Fisher's angular transformation criterion, significance level.

1. Краткая характеристика педагогического исследования по обучению информационной

безопасности будущих экономистов

Научное педагогическое исследование – процесс формирования новых педагогических знаний, вид познавательной деятельности, направленный на открытие объективных закономерностей обучения, воспитания и развития [16, с. 22]. Рассматривая педагогический эксперимент, как вид педагогического исследования, ученые В.И. Загвязинский, И. А. Зимняя, А.С. Сиденко и другие, выделяют его основные этапы: зондирующий, констатирующий, уточняющий и формирующий [7; 8; 12]. Большинство педагогических экспериментов основаны на сравнении объектов: экспериментальной и контрольной групп обучающихся, нескольких экспериментальных групп между собой. В экспериментальной группе, как правило, организуются специальные педагогические изменения, которые должны привести к позитивным результатам.

В проектировании педагогического эксперимента по обучению информационной безопасности будущих экономистов применен информационно-кибернетический подход, подразумевающий:

– анализ педагогической системы с точки зрения связей управления и информационных потоков, которыми обмениваются управляющая и управляемая подсистемы (педагог и обучающийся);

– оптимизацию процесса обучения, нахождение наиболее эффективных форм и методов организации учебного процесса, чтобы при наименьших затратах получить максимальный результат;

– практическое использование электронных устройств и автоматизированных обучающих систем для управления процессом обучения и тестирования; программное обучение [9, с. 3].

Системный подход лежит в основе процесса обучения в кибернетической педагогике [9, с. 7]. При исследовании систем изучают структуру и взаимосвязи с помощью моделей: 1) «черный ящик»; 2) состав системы; 3) структуры системы.

При проектировании и реализации педагогического эксперимента по обучению информационной безопасности будущих экономистов использовали системный подход: на каждом этапе строили и анализировали одну из вышеперечисленных моделей:

1) поисковый этап → модель «черный ящик»;

2) констатирующий этап → модель состава системы;

3) уточняющий этап → модель структуры системы;

4) формирующий этап → оптимизация педагогической модели.

На первом, поисковом, этапе эксперимента процесс обучения рассмотрен с позиции модели «черный ящик», базирующейся на таких свойствах системы как «целостность» и «обособленность от среды». Система связана с внешней средой, имеет входы и выходы (цель) [12, с. 780].

В качестве входов служили существующие учебно-методические разработки по обучению информационной безопасности студентов технических специальностей, рабочие программы по дисциплине ведущих российских вузов, учебная литература по информационной безопасности, педагогические исследования по обучению информационной безопасности студентов гуманитарных направлений подготовки в вузе, освещенные в диссертационных работах В.П. Полякова, М.А. Абиссовой, Е.Н. Боярова, Е.Д. Димова и другие [1; 4; 6; 10].

В качестве цели обучения информационной безопасности будущих экономистов определена общепрофессиональная компетенция федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС РФ) высшего образования по направлению подготовки 38.03.01 Экономика (уровень бакалавриата): «способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности» (ОПК-1) [17].

На втором, констатирующем, этапе педагогического эксперимента, в рамках информационно-кибернетического подхода, построена модель состава системы. С помощью модели «черного ящика» невозможно описать внутреннее устройство системы. Внутренность «ящика» неоднородна, состоит из различных составных частей, каждая из которых так же может быть разбита на составные части и т.д. Неделимая часть системы называется в теории систем элементом. Подсистемой называется часть системы, содержащая в

себе более одного элемента [2, с. 10].

В обучении информационной безопасности будущих экономистов выделили подсистемы: преподавание, учение, оценивание. Для каждой подсистемы проанализированы существующие решения, сформирован электронный учебно-методический комплекс (электронный конспект лекций, электронные методические указания к выполнению лабораторных работ, электронный тестовый комплекс). В дальнейшем происходила его оптимизация для достижения заданной цели.

На третьем, уточняющем, этапе педагогического эксперимента, в рамках информационно-кибернетического подхода, построена модель структуры системы. Иногда для описания системы недостаточно моделей «черный ящик» и «состава системы». В первом случае описывается окружение изучаемой системы, во втором – подсистемы и элементы. При построении модели обучения информационной безопасности будущих экономистов необходимо учесть взаимосвязи между подсистемами и элементами. Синтез выбранных подсистем и элементов, отражение их взаимосвязи позволяет построить

оптимальную модель обучения информационной безопасности будущих экономистов. В итоге построена педагогическая модель.

На четвертом, формирующем, этапе педагогического эксперимента, в рамках информационно-кибернетического подхода проверялась эффективность построенной педагогической модели обучения.

2. Проверка эффективности педагогической модели обучения информационной безопасности будущих экономистов

Формирующий этап педагогического эксперимента реализовывался в 2019-2020 уч. г. и в осеннем семестре 2020-2021 уч. г. с целью подтверждения гипотезы о значимости спроектированной дидактической системы по обучению информационной безопасности будущих экономистов, повышении результативности учебной деятельности. В формирующий эксперимент, состоящий из трех серий испытаний, были вовлечены в общей сложности 55 студентов. Для проверки результативности формирующего эксперимента проводилось итоговое тестирование экспериментальной и

контрольной групп.

В экспериментальные группы (ЭГ) входили студенты Тираспольского филиала АНО ВО «Российский Новый Университет» (22 чел.): 2019-2020 уч. г. осенний семестр гр. ТИ19ПИ направление «Прикладная информатика в экономике» 5 чел.; 2019-2020 уч. г. весенний семестр гр. ТИ19ЭФБ направление «Экономика» 7 чел.; 2020-2021 уч. г. осенний семестр гр. ТИ20ЭФБ направление «Экономика» 10 чел.

В контрольные группы (КГ) входили студенты Бендерского Политехнического Филиала ПГУ им. Т.Г. Шевченко (33 чел.): 2019-2020 уч. г. осенний семестр гр. БП17ВР62ЭПиОС1 направление «Экономика» (6 чел.); 2019-2020 уч. г. весенний семестр 26 гр. направление «Информационные системы в экономике» (17 чел.); 2020-2021 уч. г. осенний семестр БП18ДР62ЭК1 направление «Экономика» (10 чел.).

Отметим, что экспериментальные и контрольные группы находились в равных условиях в части освоения практических и теоретических навыков. В экспериментальной группе были созданы специальные условия, положительно влияющие на результативность учебной деятельности:

проектный метод, видеолекции.

Применение проектного метода в системе обучения информационной безопасности будущих экономистов необходимо для расширения возможностей освоения теоретического материала, овладения практическими навыками, и, следовательно, повышение результативности эксперимента. В экспериментальных группах была организована научно-исследовательская деятельность студентов (участие в студенческих конференциях, подготовка мультимедийных демонстраций), реализован проект «Цифровая грамотность людей старшего возраста» (студенты составляли вопросы, формировали анкету GoogleForms, проводили анкетирование, снимали видеоматериалы учебного характера).

Текущее тестирование в экспериментальной группе проводилось для получения обратной связи о степени освоения ключевых тем изучаемой дисциплины. Каждый текущий тест содержал 3-5 вопросов, анализ ответов на которые, позволял выявить сложности в усвоении материала, как всеми обучающимися, так и отдельно взятыми студентами. В учебном процессе использовались видеоматериалы,

освещающие сложные элементы курса.

По итогам прохождения курса «Информационная безопасность» студенты контрольных и экспериментальных групп выполнили итоговый тест, в котором представлены 36 вопросов по 6 основным разделам изучаемой дисциплины:

Раздел I. Основные понятия и угрозы информационной безопасности.

Раздел II. Законодательные средства информационной безопасности.

Раздел III. Средства защиты компьютерной информации.

Раздел IV. Идентификация и аутентификация. Пароли.

Раздел V. Основы криптографии.

Раздел VI. Электронно-цифровая подпись и алгоритмы хеширования.

В каждом разделе представлены вопросы четырех уровней сложности. Оценивание результатов итогового тестирования произведено средствами он-лайн конструктора TestMoz.com, данные экспортированы в MS Excel и обработаны в SPSS.

Анализ результатов итогового тестирования в трех сериях формирующего эксперимента представлен в таблице 1.

Таблица 1. Основные статистические показатели формирующего эксперимента

Год, семестр	Выборка	Количество	Среднее	Медиана	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации	Асимметрия
2019-2020 осенний семестр	Э Г	5	71,20	72,00	5,263	7,4	-0,959
	К Г	6	60,50	60,50	4,680	7,7	-0,176
2019-2020 весенний семестр	Э Г	7	77,00	79,00	7,439	9,7	-1,007
	К Г	17	53,71	57,00	11,746	21,9	-0,272
2020-2021 осенний семестр	Э Г	10	75,00	75,00	11,353	15,1	0,017
	К Г	10	59,90	63,00	13,511	22,6	-0,368
Итого		55					

В таблице 1 представлены основные статистические показатели результатов формирующего эксперимента: среднее значение, медиана, стандартное отклонение и коэффициент вариации, асимметрия. Коэффициент вариации – отношение среднего значения к стандартному отклонению – свидетельствует об однородности всех групп по показателю оценка, т.к. его значение для каждой

группы меньше 33%. Отрицательные значения асимметрии для экспериментальной и контрольной групп (кроме ЭГ 2020-2021 уч. г.) указывает на сдвиг распределения относительно среднего значения в сторону больших значений.

Различия в средних значениях оценок в ЭГ и КГ в каждой серии формирующего эксперимента (Рисунок 1) позволяют предположить эффективность примененной в обучении информационной безопасности будущих экономистов спроектированной дидактической системы. Необходимо проверить значимость полученных различий с помощью статистических критериев. Характер имеющихся выборок (2 независимые выборки в каждой серии, меньше 30 наблюдений в каждой группе) предполагает применение непараметрических критериев [3].

Рисунок 1. Статистические показатели формирующего эксперимента по ЭГ и КГ

Оценим статистическую значимость различий полученных результатов в ЭГ и КГ с помощью непараметрических критериев *U*-Манна-Уитни и ϕ^* – углового преобразования Фишера.

3. Оценка значимости результатов формирующего эксперимента по критерию *U*-Манна-Уитни

Проверим полученные результаты итогового тестирования с помощью непараметрического *U*-критерия Манна-Уитни. Для его применения выполняется условие, что в каждой выборке не менее 3 наблюдений, и не требуется нормальное распределение наблюдений [5; 13; 15].

Сформулируем нулевую и альтернативную гипотезы.

H_0 : результаты обучения в ЭГ и

КГ статистически не отличаются друг от друга.

H_1 : результаты обучения в ЭГ и КГ статистически различны.

Эмпирические значения U -критерия Манна-Уитни рассчитаны по формуле 1:

$$U_i = n_1 * n_2 + \frac{n_i(n_i+1)}{2} - R_i \quad (1)$$

где R_i – сумма рангов для i -ой выборки; n_1 и n_2 – количество наблюдений в 1-ой и 2-ой группах.

Критические значения критерия Манна-Уитни U_p (n_1 , n_2) определены по таблицам [13, с. 316] для n_1 и n_2 и уровней значимости $p=0,01$ и $p=0,05$ и внесены в таблицу 3.

U -критерий Манна-Уитни, в отличие от большинства других критериев, предполагает, что статистические различия существенны, если эмпирическое значение ($U_{\text{эмп}}$) меньше критического ($U_{\text{крит}}$). Т.е. нулевая гипотеза H_0 о статистической незначимости различий между средними значениями в двух выборках принимается на уровне значимости p , если $U_{\text{эмп}} > U_{\text{крит}}$. И, наоборот, альтернативная гипотеза H_1 о статистической значимости различий между средними значениями в двух

выборках принимается на уровне значимости p , если $U_{\text{эмп}} < U_{\text{крит}}$.

Результаты расчета U -критерия Манна Уитни для трех серий формирующего эксперимента представлены в таблице 3.

Таблица 3. Критерий Манна-Уитни для выборок формирующего эксперимента

Год, семестр	Выборка	Количество студентов	$U_{\text{эмп}}$	$U_{0,05}$	$U_{0,01}$	Значимость p	Гипотеза
2019-2020 осенний семестр	ЭГ	$n_1=5$	2	3	1	0,017	H_1
	КГ	$n_2=6$					
2019-2020 весенний семестр	ЭГ	$n_1=7$	4	33	28	0,000	H_1
	КГ	$n_2=17$					
2020-2021 осенний семестр	ЭГ	$n_1=10$	21	27	19	0,029	H_1
	КГ	$n_2=10$					

ест р							
Ито го		55					

Анализируя данные таблицы 3, видим, что в каждой серии формирующего эксперимента подтверждается гипотеза H_1 . Об этом свидетельствуют полученные в каждой серии $U_{эм} < U_{крит}$.

По результатам итогового тестирования в осеннем семестре 2019-2020 уч. г. определено, что $U_{эм} = 2 \leq 3 = U_{0.05}(5;6)$, то есть гипотеза H_0 отвергается, и принимается альтернативная гипотеза H_1 на уровне значимости $p=0.017$, свидетельствующая о существовании статистически значимых различий между средним баллом в ЭГ и КГ.

По результатам итогового тестирования в весеннем семестре 2019-2020 уч. г. определено, что $U_{эм} = 4 \leq 28 = U_{0.01}(7;17)$, т.е. гипотеза H_0 отвергается и принимается альтернативная гипотеза H_1 на уровне значимости $p=0.000$, свидетельствующая о существовании статистически значимых различий между средним баллом в ЭГ и КГ.

По результатам итогового тестирования в осеннем семестре 2020-2021 уч. г. определено, что $U_{эм} = 21 \leq 27 =$

$U_{0.05}(10;10)$, то есть гипотеза H_0 отвергается и принимается альтернативная гипотеза H_1 на уровне значимости $p=0.029$, свидетельствующая о существовании статистически значимых различий между средним баллом в ЭГ и КГ.

Можно сделать вывод, что уровень обученности (средний балл) в ЭГ статистически значимо выше, чем уровень обученности в КГ на уровне значимости $p=0,05$ в каждой серии формирующего эксперимента (Рисунок 2).

Рисунок 2. Значения U -критерия в трех сериях формирующего эксперимента

4. Оценка значимости результатов формирующего эксперимента по ϕ^* -критерию Фишера

Оценка значимости полученных результатов итогового тестирования проверена с помощью непараметрического ϕ^* – критерия углового преобразования Фишера. Для его применения необходимо использовать только альтернативные значения признака, и в каждой выборке должно быть не менее 5 наблюдений. В

ходе итогового тестирования студент может набрать максимум 100 баллов. За признак «есть эффект» примем верный ответ на 2/3 и более вопросов (66 баллов и более), а за признак «нет эффекта» – менее 2/3 вопросов (менее 66 баллов).

Сформулируем гипотезы:

H_0 : доля студентов набравших 66 баллов и более в ЭГ не больше, чем в КГ.

H_1 : доля студентов набравших 66 баллов и более в ЭГ больше, чем в КГ.

Вычисление эмпирического значения $\varphi_{\text{эмп}}^*$ произведем по формуле (2) [12, с. 162; 14, с. 166]:

$$\varphi_{\text{эмп}}^* = (\varphi_1 - \varphi_2) * \sqrt{\frac{n_1 * n_2}{n_1 + n_2}} \quad (2)$$

где φ_1 – угол, соответствующий большей % доле; φ_2 – угол, соответствующий меньшей % доле; n_1 – количество наблюдений в выборке 1; n_2 – количество наблюдений в выборке 2.

Значение φ_i можно найти по справочным таблицам [14, с. 330; 12, с. 285] либо по формуле 3 [13, с. 159; 15, с. 154]:

$$\varphi_i(P_i) = 2 * \arcsin \sqrt{P_i} \quad (3)$$

где P_i – это процентная доля эффекта в каждой группе; i – номер выборки.

Критическое значение определены по таблицам [13, с. 162; 15, с. 159]: $\varphi_{0,01}^* = 2,31$ для уровня значимости $p=0,01$ и $\varphi_{0,05}^* = 1,64$ для $p=0,05$. Для принятия решения о статистической достоверности эмпирическое значение сравнивают с критическим заданного уровня значимости.

Если $\varphi_{\text{эмп}}^* < \varphi_{\text{крит}}^*$, то с вероятностью $1 - p$ принимается гипотеза H_0 о статистической незначимости различий в исследуемых группах, т.е. доли испытуемых достигших «эффекта» в обеих выборках статистически не различаются.

Если $\varphi_{\text{эмп}}^* > \varphi_{\text{крит}}^*$, то с вероятностью $1 - p$ отклоняется гипотеза H_0 , и принимается гипотеза H_1 о том, что доля испытуемых, достигших «эффекта», в ЭГ статистически достоверно больше, чем в КГ.

Результаты расчета φ^* -критерия углового преобразования Фишера для трех серий формирующего эксперимента представлены в таблице 4.

Таблица 4. φ^* -критерий для выборки формирующего эксперимента

Год, семестр	Выборка	Количество студентов	$\varphi_{\text{эмп}}^*$	$\varphi_{\text{крит}}^*$ $p=0,05$	$\varphi_{\text{крит}}^*$ $p=0,01$	p	Принимается гипотеза

2019-2020 осенний семестр	ЭГ	5	2,27	1.64	2.31	0,011	H ₁
	КГ	6					
2019-2020 весенний семестр	ЭГ	7	3,91	1.64	2.31	0,000	H ₁
	КГ	17					
2020-2021 осенний семестр	ЭГ	10	1,84	1.64	2.31	0,033	H ₁
	КГ	10					
Итого		55					

Эмпирическое (расчетное)

значение φ^* -критерия ($\varphi^*_{\text{эмп}}$) сравнивают с критическими значениями: $\varphi^*_{\text{кр}} = 1.64$ при $p=0,01$ и $\varphi^*_{\text{кр}} = 2,31$ при $p=0,05$ [11; 12].

По результатам итогового тестирования в осеннем семестре 2019-2020 уч. г. определено, $\varphi^*_{\text{эмп}} > \varphi^*_{\text{крит}}$ ($2,27 > 1.64$). Таким образом, гипотеза H_0 отклоняется, и принимается гипотеза H_1 на уровне значимости $p=0.011$ о том, что в осеннем семестре 2019-2020 уч. г. доля студентов достигнувших уровня 66 баллов в ЭГ выше, чем в КГ.

По результатам итогового

тестирования в весеннем семестре 2019-2020 уч. г. определено, что $\varphi^*_{\text{эмп}} > \varphi^*_{\text{крит}}$ ($3,91 > 2,31$). Таким образом, гипотеза H_0 отклоняется, и принимается гипотеза H_1 на уровне значимости $p=0.000$ о том, что в весеннем семестре 2019-2020 уч. г. доля студентов набравших более 66 баллов в ЭГ выше, чем в КГ.

По результатам итогового тестирования в осеннем семестре 2020-2021 уч. г. определено, $\varphi^*_{\text{эмп}} > \varphi^*_{\text{крит}}$ ($1,84 > 1,64$). Таким образом, гипотеза H_0 отклоняется, и принимается гипотеза H_1 на уровне значимости $p=0.033$ о том, что в осеннем семестре 2020-2021 уч. г. доля студентов набравших 66 баллов и более в ЭГ выше, чем в КГ.

Можно сделать вывод, что в каждой серии формирующего эксперимента подтверждается гипотеза H_1 , т.к. эмпирические значения φ^* -критерия больше критического при $p=0,05$, и даже больше табличного значения при $p=0,01$ в весеннем семестре 2019-2020 уч. г. Таким образом, результаты расчетов можно представить следующим образом: уровень обученности в ЭГ статистически значимо выше, чем уровень обученности в КГ на уровне значимости $p < 0,05$ в каждой серии формирующего эксперимента

(Рисунок 3).

Рисунок 3. Границы принятия гипотезы по φ^* -критерию в трех сериях формирующего эксперимента

5. Выводы и предложения

Особенности обучения основам информационной безопасности будущих экономистов рассмотрены и проанализированы с помощью системного подхода. При проектировании и реализации педагогического эксперимента применен информационно-кибернетический подход, позволивший построить педагогическую модель обучения будущих экономистов основам информационной безопасности.

Эффективность реализации педагогического эксперимента по построенной модели, применение проектного метода в обучении, видеоматериалов учебного характера, подтверждена статистически значимым более высоким результатом обучения информационной безопасности будущих экономистов в экспериментальной

группе в ходе трех серий испытаний формирующего этапа с участием 55 студентов. Гипотеза о случайности различий в средних оценках и достигнутых уровнях в изучении информационной безопасности опровергнута с вероятностью 95%.

Информационно-кибернетический подход к проектированию педагогического эксперимента помогает строить оптимальную модель обучения, и в дальнейшем ее оптимизировать.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare.

Библиография

1. АБИССОВА, М.А. Сервисы обучения информационной безопасности в теории и методике обучения информатике студентов гуманитарных и социально-экономических специальностей: дис. канд. пед. наук: 13.00.02. Санкт-Петербург, 2006. 214 с.
2. БЛИНКОВ Ю.В. Основы теории информационных процессов и

систем. Пенза: ПГУАС, 2011. 184 с.

3. БОГДАНОВА, В.А.
Методология обработки педагогической информации с помощью критериев ϕ^* -углового преобразования Фишера и Манна-Уитни (accepted for publication).

4. БОЯРОВ, Е.Н.
Концептуальные подходы к обучению специалиста информационной безопасности в университете: дис. . канд. пед. наук: 13.00.02. Санкт-Петербург, 2008. 151 с.

5. ГУБЛЕР, Е.В.
Вычислительные методы анализа и распознавания патологических последствий. Ленинград: Медицина, 1978. 295 с.

6. ДИМОВ, Е.Д. Методика обучения студентов вузов технологиям защиты информации в условиях фундаментализации образовани: дис.. канд. пед. наук: 13.00.02. Москва, 2013. 181с.

7. ЗАГВЯЗИНСКИЙ, В.И., АТАХАНОВ, Р. Методология и методы психолого-педагогического исследования: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2005. 208 с.

8. ЗИМНЯЯ, И.А.

Педагогическая психология: учеб. для вузов. М.: Логос, 2001. 208 с.

9. МАЙЕР, Р.В.
Кибернетическая педагогика: имитационное моделирование процесса обучения: монография. Глазов: Глазов. гос. пед. ин-т, 2014. 141 с.

10. ПОЛЯКОВ, В.П.
Методическая система обучения информационной безопасности студентов вузов: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.08. Нижний Новгород, 2006. 538 с.

11. РОМАНОВ, А.А.
Становление экспериментальной педагогики в Германии (к 150-летию со дня рождения В.А. Лая и Э. Мёймана). Историко-педагогический журнал. 2012. №4. С. 122-138.

12. СИДЕНКО, А.С.
Педагогический эксперимент: понятие и этапы деятельности. Эксперимент и инновации в школе. 2008. №2. С. 21-25.

13. СИДОРЕНКО, Е.В. Методы математической обработки в психологии. С.-Пб.: ООО «Речь», 2000. 350с.

14. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник: Учеб. пособие /Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. М.: Финансы и статистика, 2006. 848 с.

15. УРБАХ, В.Ю. Статистический

анализ в биологических и медицинских исследованиях. М.: Медицина, 1975. 297 с.

16. ФЕДОТОВА, Г.А.
Методология и методика психолого-педагогических исследований: Учебное пособие для студентов психолого-педагогических факультетов высших учебных заведений. Великий Новгород: НовГУ, 2010. 114 с.

17. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования РФ
fgosvo.ru/news/5/1495.