

# ИННОВАЦИОННЫЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

## ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ И СРЕДСТВА ОПИСАТЕЛЬНОЙ СТАТИСТИКИ

А.И. Азевич<sup>1</sup>, С.И. Алексева<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Кафедра информатизации образования

<sup>2</sup> Кафедра адаптивной физической культуры  
и медико-биологических дисциплин

Московский городской педагогический университет  
2-й Сельскохозяйственный проезд, 4, Москва, Россия, 129226

В статье рассматриваются статистические методы обработки данных педагогического эксперимента с использованием программы MS Excel. Представлен анализ выпускных квалификационных работ на предмет использования авторами методов описательной статистики. Даются конкретные рекомендации по организации работы, связанной с подготовкой студентов к выпускным квалификационным испытаниям.

**Ключевые слова:** педагогический эксперимент, описательная статистика, *t*-критерий Стьюдента, табличный процессор MS Excel

В ходе проведения педагогического эксперимента или эмпирического исследования происходит накопление статистических данных, подлежащих последующей обработке с целью подтверждения или опровержения рабочей гипотезы. Без всестороннего и глубокого статистического анализа эмпирических данных невозможно дать их достоверную интерпретацию, обнаружить закономерности в наблюдаемых явлениях, выявить взаимосвязь признаков, сделать обоснованные содержательные выводы.

Федеральные образовательные стандарты высшего образования предусматривают формирование у студентов любых форм и направлений обучения компетенций, связанных с квалифицированным использованием математических и статистических методов анализа. Математическая культура современного выпускника вуза должна быть неотъемлемым атрибутом его профессионального образования.

Подготовка и защита выпускной квалификационной работы (ВКР) является обязательным видом государственной итоговой аттестации выпускника и свидетельствует об уровне его подготовленности к дальнейшей профессиональной дея-

тельности. Выполнение исследования по теме ВКР в рамках учебного процесса не ставит своей целью решение научных проблем и получение нового научного результата, хотя это не исключено и на практике случается. Выполнение ВКР направлено на формирование навыков самостоятельного научного исследования, включающего различные этапы: научный поиск профессиональных проблем, планирование и подготовку исследования, процедуру грамотного проведения педагогического эксперимента, статистическую обработку и анализ полученных результатов, выявление связей и закономерностей, обобщение и формулировку выводов.

В данной работе проведен анализ бакалаврских и магистерских выпускных квалификационных работ на примере направления подготовки «Педагогическое образование» (профиль «Физическая культура») и направления «Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (адаптивная физическая культура)» (профиль «Физическая реабилитация»). Проведенный анализ с очевидностью свидетельствует о том, что студенты и магистранты педагогического вуза, в частности, гуманитарных направлений обучения, недостаточно владеют как методами описательной статистики, так и приемами использования статистических критериев. Во многих работах статистический анализ отсутствует совсем или сводится к простому сравнению выборочных средних без грамотной оценки величины доверительного интервала или ошибок средних арифметических, что является недопустимым для работ уровня ВКР.

Такое положение обусловлено целым рядом причин. Во-первых, учебными планами вуза, как правило, не предусмотрено изучение дисциплин, включающих методы математической статистики. Общий курс математики и информатики в рамках обязательного общеобразовательного модуля также не содержит вопросов, посвященных статистической обработке данных. Во-вторых, имеют место объективные трудности, с которыми сталкиваются студенты, осваивающие методы обработки экспериментальной информации. Не имея представлений о математической статистике, они умышленно упрощают процесс обработки данных, жертвуя достоверностью и объективностью результатов эксперимента. В-третьих, далеко не всегда выпускник может найти нужные инструкции, наглядные примеры и рекомендации по статистической обработке данных.

Все это свидетельствует об актуальности заявленной темы и требует серьезного внимания к проблеме обучения студентов использованию статистических методов анализа данных, накопленных в ходе педагогического эксперимента.

В качестве подтверждения приведем пример, взятый из выпускной бакалаврской работы, в которой исследовалось влияние тренировочного процесса на уровень общефизической подготовки группы юных спортсменов. Тестирование проводилось по числу подтягиваний на перекладине. В экспериментальной части работы автор приводит результаты тестирования в виде таблицы, сравнивает средние арифметические показатели до и после тренировочного периода и делает вывод о положительном влиянии тренировок. К сожалению, никаких статистических характеристик случайных величин в работе не представлено, более того, нет статистического анализа данных. Между тем приведенный в работе вывод нельзя считать обоснованным, ибо наблюдаемые различия выборочных средних

могут лежать внутри границ случайных колебаний. Для обоснованного заключения необходимо использовать статистические критерии значимости (достоверности), выбранные с учетом характера распределения признаков в генеральной совокупности.

Гораздо больше информации, чем приведенные в исследовании таблицы, могли бы представить полигон частот (рис. 1) и полигон частот с накоплением (рис. 2), построенные на основе полученных данных (табл. 1). Они наглядно демонстрируют изменение распределения частот встречаемости признака после проведения тренировочного цикла.

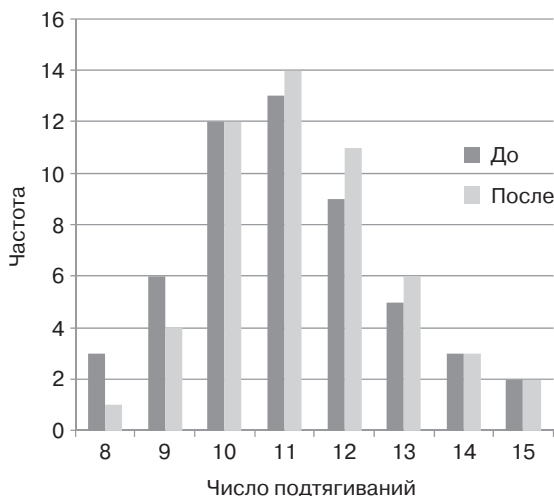


Рис. 1. Полигон частот

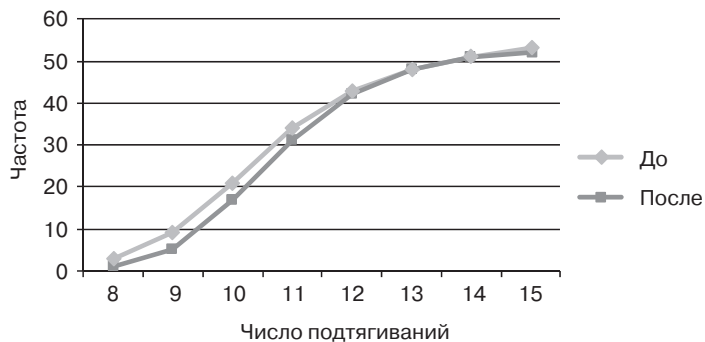


Рис. 2. Полигон частот с накоплением

Таблица 1

Число подтягиваний до и после тренировочного цикла

Число подтягиваний	$x_j$	8	9	10	11	12	13	14	15
Частота (до тренировок)	$n_j$	3	6	12	13	9	5	3	2
Частота (после тренировок)		1	4	12	14	11	6	3	2
Накопл. частоты		3	9	21	34	43	48	51	53
Накопл. частоты		1	5	17	31	42	48	51	53

Одной из особенностей педагогического эксперимента в области физической культуры, а в еще большей степени адаптивной физической культуры является малочисленность качественно однородного контингента испытуемых. Поэтому исследователю приходится оперировать с малыми выборками, нередко числом менее 20 или даже 10 единиц. Возникает вопрос: можно ли сделать обоснованные выводы для таких малых выборок и распространить их на генеральную совокупность, ведь ошибка выборки в значительной степени зависит от ее объема? Начинающий исследователь должен знать, что положительный ответ на этот вопрос дает подход, основанный на проверке статистических гипотез. Проверка гипотезы о существенности или несущественности различия двух выборочных средних — одна из главных процедур в исследовательской работе. Оценку статистической достоверности (значимости) в этом случае производят при помощи критериев значимости: параметрических (Стьюдента, Фишера) и непараметрических (Уайта, Вилкоксона, Манна—Уитни, Ван дер Вардена и др.).

В изученных нами выпускных квалификационных работах для проверки гипотез на основе малых выборок чаще всего, а иногда необоснованно, используется  $t$ -критерий Стьюдента. При этом зачастую неопытный исследователь допускает ошибку, не учитывая различий между зависимыми и независимыми выборками и проводя расчет по единому трафарету. Чтобы избежать подобных ошибок, снижающих ценность проведенного исследования, необходимо иметь хотя бы минимальные базовые знания в области статистических методов анализа данных.

Приведем пример использования  $t$ -критерия Стьюдента для двух независимых выборок. В исследовании требуется сравнить стрессоустойчивость групп людей двух профессий — учителей и менеджеров (табл. 2).

Таблица 2

Расчет стрессоустойчивости учителей и менеджеров

Учителя		Менеджеры	
$n_1$	$X_i$	$n_2$	$Y_i$
1	20	1	25
2	17	2	24
3	18	3	23
4	19	4	23
5	22	5	24
6	18	6	22
7	19	7	24
8	17	8	25
9	18	9	21
10	21	10	22
11	24	11	23
12	19	12	19
13	21	13	23
14	20	14	21
15	22	15	20
16	23	16	19
17	18	17	27
18	16	18	26

Окончание табл. 2

Учителя		Менеджеры	
$n_1$	$X_i$	$n_2$	$Y_i$
19	17	19	21
20	21	20	24
21	25	21	23
22	20	22	25
23	15	23	22
24	16	24	23
25	18	25	26
26	21	26	22
27	19	27	24
28	19	28	23
29	17	29	20
30	18	30	25
31	17	31	24
32	16	32	22
33	18	33	22
$\bar{X}_{\text{ср}}$	19,0	$\bar{Y}_{\text{ср}}$	22,76
$D_X$	5,13	$D_Y$	4,94
$t_{\text{эмпир}}$	<b>6,81</b>		

Составим электронную таблицу, в которую поместим две независимые выборки данных  $X_i$  и  $Y_i$ . Найдем выборочные средние двух групп, а также их выборочные дисперсии. Далее, пользуясь встроенной статистической функцией MS Excel, вычислим эмпирическое значение  $t$ -критерия Стьюдента. В данном случае оно равно 6,8. По таблице критическое значение  $t$  на уровне значимости  $\alpha = 0,01$  и степени свободы  $33 + 33 - 2 = 64$  равно 2,66. Итак,  $t_{\text{эмпир}} > t_{\text{крит}}$ . Это означает, что нулевая гипотеза о несущественности различий в стрессоустойчивости между учителями и менеджерами отклоняется. Принимается альтернативная гипотеза — различия между стрессоустойчивостью учителей и менеджеров существенны.

Как видим, вычисление значения  $t$ -критерия Стьюдента в программе MS Excel — довольно простая и даже интересная процедура. Она позволяет придать педагогическому эксперименту научную значимость и статистическую достоверность.

В настоящее время стандартные статистические методы обработки данных включены в состав многих специализированных программных пакетов. Широкое распространение в различных сферах деятельности (в том числе, в научной и образовательной сферах), получил табличный процессор MS Excel. Вычислительных возможностей этой программы и включенного набора инструментов, как правило, бывает достаточно для решения большинства стандартных задач статистической обработки, которые могут возникнуть в ходе работы над ВКР. Программа включает в себя надстройку «Пакет анализа», в которую входит инструмент «Описательная статистика». Описательная статистика позволяет оценить основные числовые характеристики выборки (среднее арифметическое, моду, медиану, размах вариации, дисперсию, среднее квадратичное отклонение, стандартную ошиб-

ку), а также некоторые числовые характеристики кривой распределения (коэффициент асимметрии, эксцесс). Задавая уровень надежности, можно получить предельную ошибку выборки по *t*-критерию Стьюдента с учетом объема выборки, т.е. величину доверительного интервала или ошибку средней арифметической величины.

Здесь уместно привести пример, взятый еще из одной выпускной бакалаврской работы. В работе исследовалось влияние ЛФК и массажа на функциональные показатели сердечно-сосудистой системы детей с нарушением осанки, в частности, на пробу Руфье. Проводилось сравнение экспериментальной и контрольной групп. Для статистической обработки данных измерений использовался инструмент «Описательная статистика» надстройки «Пакет анализа». Результаты для экспериментальной группы приведены в табл. 3, 4.

Таблица 3

Название				
Проба Руфье				
№	Экспериментальная группа			
	Имя	1 день	45 день	90 день
1	Илья	14	11	9
2	Гена	12	11	8
3	Семен	13	10	6
4	Дима	13	11	6
5	Толя	12	10	7
6	Маша	13	10	6
7	Лена	13	11	7
8	Наташа	12	10	7
9	Настя	14	12	6
10	Вера	13	10	6
	Средний показатель	12,9 ± 0,5	10,6 ± 0,5	6,8 ± 0,7

Таблица 4

Название			
Среднее	12,9	10,6	6,8
Стандартная ошибка	0,233333	0,221108	0,326599
Медиана	13	10,5	6,5
Мода	13	10	6
Стандартное отклонение	0,737865	0,699206	1,032796
Дисперсия выборки	0,544444	0,488889	1,066667
Эксцесс	-0,73362	-0,1461	0,945871
Асимметричность	0,16595	0,780106	1,240565
Интервал	2	2	3
Минимум	12	10	6
Максимум	14	12	9
Сумма	129	106	68
Счет	10	10	10
Уровень надежности (95,0%)	0,527837	0,500182	0,738817

На основе полученных расчетов автор обоснованно делает вывод, что наблюдаемое изменение показателя в экспериментальной группе является статистически достоверным (с уровнем значимости  $p < 0,05$ ).

Решая проблему обучения студентов анализу данных, накопленных в ходе исследовательской деятельности, стоит обратить внимание на следующие направления работы:

- накопление базы показательных примеров готовых электронных таблиц со встроенными статистическими функциями;
- изучение литературы, посвященной использованию математических методов для обработки результатов педагогического эксперимента;
- решение конкретных задач, в которых последовательно осваиваются приемы нахождения характеристик статистических рядов (выборочного среднего, дисперсии, медианы, моды и т.д.);
- формирование умения выбора того или иного статистического критерия в зависимости от особенностей его применения.

Все эти направления должен учитывать преподаватель — научный руководитель студента, магистранта или аспиранта. От того, насколько качественно и обоснованно представлены результаты экспериментальной работы, зависит целостность восприятия, научная ценность и оценка выпускной квалификационной работы. В этом должны быть заинтересованы и автор работы, и его научный руководитель.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Азевич А.И.* Особенности преподавания курса «Использование современных информационных и коммуникационных технологий в учебном процессе» на факультете специальной педагогики // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». 2010. № 1(19). С. 62–68.
- [2] *Азевич А.И.* Моделирование средствами MS Excel в деятельности учителя физической культуры // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования». 2015. № 1. С. 28–34.
- [3] *Азевич А.И.* Программа MS Excel как средство информационного моделирования // Инновационные технологии в физическом воспитании подрастающего поколения: Материалы 3-ей научно-практической конференции с международным участием. М.: МГПУ, 2014. С. 112–114.
- [4] *Азевич А.И., Сыч С.П.* Формирование ИКТ-компетентности студентов в ходе реализации связей вузовских дисциплин // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». 2010. № 2 (20). С. 105–110.
- [5] *Азевич А.И.* Электронные таблицы и... прыжки в высоту // Информатика. М.: Издательский дом «1 сентября». 2014. № 2. С. 52–54.
- [6] *Афанасьев В.В., Сивов М.А.* Математическая статистика в педагогике: учебное пособие. Ярославль: ЯГПУ, 2010. 76 с.
- [7] *Врублевский Е.П., Лихачева О.Е., Врублевская Л.Г.* Выпускная квалификационная работа: подготовка, оформление, защита. М.: Физкультура и спорт, 2006. 181 с.
- [8] *Караулова Л.К., Алексеева С.И., Кавокин А.И.* К вопросу профессионального образования специалиста по адаптивной физической культуре // Сборник конференций НИЦ Социосфера. 2011. № 8. С. 272–275.
- [9] *Кафидов И.Н., Алексеева С.И.* Особенности реабилитации студентов с нарушением осанки в условиях вуза // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. 2012. № 2. С. 29–33.
- [10] *Яковлев В.Б., Яковлева О.Я.* Проверка статистических гипотез в Excel: Учеб. пособие. М.: Букстрим, 2015. 59 с.

## TEACHING EXPERIMENT AND MEANS OF DESCRIPTIVE STATISTICS

A.I. Azevich<sup>1</sup>, A.I. Alekseeva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of informatization of education

<sup>2</sup> Department of adaptive physical culture  
and medicobiological disciplines  
Moscow city pedagogical university

2-j Sel'skohozejstvennyj proezd, 4, Moscow, Russia, 129226

The article deals with statistical methods of pedagogical experiment data treatment using MS Excel program. It presents an analysis of some of the final qualifying works for the use of the authors of descriptive statistics methods. Provides specific recommendations on the organization of areas of work relating to the preparation of students to the final qualifying research.

**Key words:** pedagogical experiment, descriptive statistics, Student's t-test, spreadsheet MS Excel

### REFERENCES

- [1] Azevich A.I. Osobennosti prepodavaniya kursa «Ispol'zovanie sovremennyh informacionnyh i kommunikacionnyh tehnologij v uchebnom processe» na fakul'tete special'noj pedagogiki [Features of teaching the course "The use of modern information and communication technologies in educational process" at the Faculty of Special Education] *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Serija «Informatika i informatizacija obrazovanija» [Bulletin of the Moscow city pedagogical university. «Informatics and Informatization of Education» series]*. 2010. No 1(19). pp. 62–68.
- [2] Azevich A.I. Modelirovanie sredstvami MS Excel v dejatel'nosti uchitelja fizicheskoj kul'tury [Excel modeling tools in the work of the teacher of physical training] *Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Serija «Informatizacija obrazovanija» [Bulletin of the Russian university of friendship of the people. Education Informatization series]*. 2015. No 1. pp. 28–34.
- [3] Azevich A.I. Programma MS Excel kak sredstvo informacionnogo modelirovanija [MS Excel program as a means of information modeling]. *Innovacionnye tehnologii v fizicheskom vospitanii podrastajushhego pokolenija: Materialy 3-ej nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem [Innovative technologies in the physical education of the younger generation. Proceedings of the 3rd scientific conference with international participation]*. M.: MSPU, 2014. pp. 112–114.
- [4] Azevich A.I., Sych S.P. Formirovanie IKT-kompetentnosti studentov v hode realizacii svjazej vuzovskih disciplin [Formation of the ICT competence of students in the course of university relations disciplines] *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Serija «Informatika i informatizacija obrazovanija» [Bulletin of the Moscow city pedagogical university. «Informatics and Informatization of Education» series]*. 2010. No 2 (20). pp. 105–110.
- [5] Azevich A.I. Jelektronnye tablicy i... pryzhki v vysotu [Spreadsheets and ... jumps Informatics] *Informatika [Informatica]*. M.: Izdatel'skij dom «1 sentjabrja». 2014. No 2. pp. 52–54.
- [6] Afanas'ev V.V., Sivov M.A. Matematicheskaja statistika v pedagogike: uchebnoe posobie [Mathematical Statistics in pedagogy. Textbook]. Jaroslavl': JaSPU, 2010. 76 p.
- [7] Vrublevskij E.P., Lihacheva O.E., Vrublevskaja L.G. Vypusknaja kvalifikacionnaja rabota: podgotovka, oformlenie, zashhita [Final qualifying work: preparation, execution, protection]. M.: Fizkul'tura i sport, 2006. 181 p.
- [8] Karaulova L.K., Alekseeva S.I., Kavokin A.I. K voprosu professional'nogo obrazovanija specialista po adaptivnoj fizicheskoj kul'ture [On the issue of professional education specialist in adaptive



- physical training]. *Sbornik konferencij NIC Sociosfera [Proceedings of conferences SIC sociosphere]*. 2011. No 8. pp. 272–275.
- [9] Kafidov I.N, Alekseeva S.I. Osobennosti rehabilitacii studentov s naruseniem osanki v uslovijah vuza [Features reabilitatsii students with impaired posture in the conditions of high school]. *Fizicheskaja kul'tura: vospitanie, obrazovanie, trenirovka [Physical culture: education, education and training]*. 2012. No 2. pp. 29–33.
- [10] Jakovlev V.B., Jakovleva O.Ja. Proverka statisticheskikh gipotez v Excel: Uchebnoe posobie [Testing of statistical hypotheses in Excel. Tutorial]. М.: Bukstrim, 2015. 59 p.