

А.А. ЛОПУХОВ, канд. техн. наук, нач. отд.; И.Н. ИСАВНИНА, зам. нач. отд. – нач. сектора; Ю.Н. ОСИПОВ, канд. воен. наук, проф., вед. науч. сотр.; В.И. ЕРШОВ, канд. воен. наук, доц., ст. науч. сотр. (ФГБУ ВНИИПО МЧС России)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО ИЗДАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ОПЕРАТОРОВ ПОЖАРНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Рассмотрены материалы, касающиеся методологии проведения научно-педагогических экспериментов, направленных на исследование эффективности дистанционного обучения операторов робототехнических комплексов с применением электронных учебных изданий. Результаты общественного прогресса сегодня концентрируются преимущественно в информационной сфере, и востребованным становится создание систем массового непрерывного самообучения. Кроме того, необходим поиск эффективных приемов такого обучения, с одной стороны, и отсеивание приемов, приносящих вред, – с другой. В статье представлены положения, касающиеся основ организации научно-педагогического эксперимента по оценке эффективности использования электронного учебного издания. Показано, что оценка эффективности дистанционного обучения опирается на статистическую обработку результатов тестирования привлекаемых к эксперименту обучаемых непараметрическими методами с помощью двухвыборочного критерия ранговых сумм Уилкоксона. Сделаны выводы об условиях, в которых целесообразно и эффективно или нежелательно применять дистанционное обучение с использованием электронных учебных изданий.

Ключевые слова: *традиционное обучение, дистанционное обучение, электронное учебное издание, научно-педагогический эксперимент, статистическая обработка результатов, непараметрические методы, критерий ранговых сумм*

Введение

Одним из серьезнейших пробелов в организации функционирования пожарных робототехнических комплексов (РТК) в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера является частая неготовность как руководителей подразделений, так и операторов комплексов к оценке условий их применения, выбору способов и приемов выполнения задач. К сожалению, приходится констатировать, что до сих пор научно обоснованная, соответствующая нормам законодательства, организационно выверенная и полная структура подготовки персонала РТК в МЧС России не создана. Периодически организуемые в учебных центрах мероприятия курсовой подготовки операторов и обслуживающего персонала РТК проблемы ни качественно, ни количественно не решают.

Операторам на местах, в соответствии со своим представлением о реализации возможностей РТК, приходится тратить значительный ресурс техники для практического поиска верных решений.

Задача методически грамотной и законной подготовки, переподготовки и повышения квалификации персонала подразделений РТК остается весьма актуальной.

При поиске путей решения указанных проблем необходимо учитывать: реалии сегодняшнего дня таковы, что результаты общественного прогресса сегодня концентрируются в информационной сфере. Профессиональные знания стареют очень быстро, и необходимо их непрерывное совершенствование. Актуальным становится создание систем массового непрерывного самообучения, всеобщего обмена информацией [1, 2].

Одним из наиболее эффективных путей достижения требуемого уровня подготовки значительного количества персонала РТК, к тому же без отрыва от выполнения служебных обязанностей, является внедрение дистанционной формы обучения с широким использованием электронных учебных изданий (ЭУИ). Дистанционная технология позволяет максимально экономно относиться к свободному времени обучаемых, которые могут учиться именно в те моменты времени, когда не загружены другими делами, т. е. в наименее ценное для выполнения функциональных обязанностей время.

Дистанционное обучение, не претендуя на полное замещение очного образования кадров, становится особенно востребованным в условиях пандемии (о сроках завершения которой уверенно не говорят даже лучшие специалисты), тогда, как задач, требующих использования беспилотных технологий, меньше не становится.

Однако прежде чем внедрять дистанционное обучение, необходимо оценить его эффективность. В настоящее время одним из основных методов в педагогических исследованиях эффективности учебного процесса является научно-педагогический эксперимент, позволяющий глубже оценить преимущества использования ЭУИ и выявить необходимые условия для их реализации.

Аналитическая часть

1. Организация научно-педагогического эксперимента оценки эффективности использования электронного учебного издания

В целом научно-педагогический эксперимент предлагаемого вида предназначается для сравнения эффективности трех видов обучения:

- традиционного обучения дисциплине, включающего аудиторные лекции, практические занятия, самостоятельные занятия под руководством преподавателя;

- дистанционного обучения с применением компьютерных программ, разработанных при эмпирическом подходе (КОЭП), не предусматривающего коренных изменений как в структуре и содержании учебного материала, так и характере деятельности обучающихся;

- дистанционного компьютерного обучения с применением ЭУИ (КОЭУИ), предусматривающего перестройку как структуры и содержания учебного материала, выделения наиболее значимых связей внутри предмета, так и предполагающего активную поисковую эвристическую деятельность обучаемых.

Организация эксперимента предусматривает реализацию следующих положений.

1. Эффективность дистанционного обучения оценивается путем сравнения результатов усвоения учебного материала двух первоначально одинаково подготовленных групп обучаемых:

- контрольной группы (КГ), занимающейся по традиционной методике;
- экспериментальной группы (ЭГ), занимающейся в определенные учебным планом часы на мультимедийных компьютерных местах, снабженных ЭУИ.

Для разделения обучаемых, привлеченных к проведению эксперимента по

двум указанным группам, не обязательно одинаковым количественно, но равным по уровню подготовки, проводится предварительное их тестирование на определение как объема их знаний, так и общей подготовленности к использованию компьютерных технологий.

2. В качестве показателей эффективности обучения могут быть выбраны степень усвоения учебного материала, время, затрачиваемое на освоение того или иного действия, устойчивость умений или навыков, определяемая по уверенности, легкости и скорости выполнения действий, возможности их повторения спустя достаточно продолжительное время.

Однако многие руководящие документы [3, 4] требуют, чтобы при освоении новых технологий обучения в первую очередь происходил значительный рост первого показателя – степени усвоения учебного материала.

Принимается, что никакое снижение материальных, временных и любых других затрат неприемлемо, если качество обучения ухудшается.

Степень усвоения учебного материала оценивается по результатам тестирования, проводимого после окончания изучения каждого раздела во всех группах.

3. По окончании обучения проводится итоговое тестирование и дифференцированный зачет. Дифференцированный зачет должна принимать независимая комиссия, состоящая из преподавателей и специалистов практического обучения, не ведущих занятия в контрольных группах и не знающих, к какой группе (КГ или ЭГ) относятся экзаменуемые. По опыту, результаты тестирования целесообразно оценивать по 30-балльной шкале, а дифференцированный зачет – по 4-балльной.

4. После тестирования проводится статистическая обработка его результатов, в процессе которой определяется, как изменился показатель эффективности, полученный в экспериментальной группе, по отношению к контрольной, и по полученным данным делается вывод об эффективности новой технологии обучения.

При этом средние значения результатов тестирования групп в прямой постановке сравнивать нельзя, так как они являются не просто числами, а статистическими показателями [5], и количество тестируемых обычно ограничено.

Статистическую обработку результатов эксперимента целесообразно выполнять непараметрическими методами с помощью критерия ранговых сумм [6], предложенного американским химиком и статистиком Фрэнком Уилкоксоном в 1945 году.

В ходе эксперимента с использованием этого критерия принимается одна из двух гипотез:

1) эффективность КОЭУИ (или КОЭП, в зависимости от того, какая форма обучения оценивается) не отличается от эффективности традиционного обучения;

2) эффективность КОЭУИ (или КОЭП) отличается от эффективности КОЭП и традиционного обучения в какую-либо сторону.

Проверка производится в рамках сложившейся системы обучения без изменения количества учебных часов и часов, выделенных на самостоятельную подготовку.

Педагогический эксперимент должен проводиться в два этапа:

- сравнение эффективности КОЭП и традиционного обучения;
- сравнение эффективности КОЭУИ и традиционного обучения.

5. Для проведения такого научно-педагогического эксперимента разрабатывается план, программа и методика его проведения.

Материально-техническое и методическое обеспечение эксперимента должно включать:

- мультимедийные компьютерные места;
- комплект электронных обучающих программ и видеолекций, выполненных на основе эмпирического подхода к проектированию мультимедийных средств обучения (для первого этапа эксперимента);
- ЭУИ (для второго этапа эксперимента);
- комплект промежуточных и итоговых тестовых заданий по каждой теме и каждому разделу дисциплины;
- тестовую программу-оболочку для предъявления тестовых заданий, обработки и документирования результатов контроля.

2. Статистическая обработка результатов научно-педагогического эксперимента непараметрическими методами с помощью двухвыборочного критерия ранговых сумм Уилкоксона

Результаты обработки данных, позволяющие оценить сравнительную эффективность традиционного обучения, КОЭП и КОЭУИ, производятся в соответствии с методикой [7, 8], предусматривающей следующую последовательность действий.

1. Составляются две выборки значений показателей, полученные в результате тестирования групп.

Например, этими показателями являются баллы, определяющие степень усвоения учебного материала (табл. 1).

Таблица 1

Выборки значений показателя «Степень усвоения материала»

КГ (9 обучающихся)	15	22	12	24	16	13	15	25	19
ЭГ (8 обучающихся)	23	26	28	14	29	14	18	20	

2. Выбирается уровень значимости p , величину которого рекомендуется брать от 0,1 до 0,001 [9].

В табл. 2 представлена интерпретация значений p уровней значимости, определяющих строгость оценок (вероятность того, что наиболее правдоподобна гипотеза о различии эффективности способов обучения), и соответствующие ей критические значения $Z_{кр}$ [7, 9], используемые в дальнейшем при оценке. В рассматриваемом случае берется уровень значимости, равный 0,05. Этот выбор обоснован тем, что гипотеза о преимуществе КОЭУИ над традиционным обучением не требует предельно строгих статистических оценок, тем более что в настоящее время среди специалистов по статистике нет однозначного мнения о выборе уровня значимости.

Таблица 2

Традиционная интерпретация уровней значимости

Уровень значимости p	Интерпретация	Критическое значение $Z_{кр}$
$> 0,1$	Данные согласуются с гипотезой	
0,05	Возможна значимость; есть некоторые сомнения в истинности гипотезы	1,960
0,02	Значимость; довольно сильный довод против гипотезы	

Продолжение таблицы

0,01	Высокая значимость; гипотеза почти не подтверждается	2,576
0,001	Очень высокая значимость; гипотеза практически не подтверждается	3,291

3. Определяются суммы рангов, набранные каждой из групп, для чего выполняются следующие операции, результаты которых заносятся в табл. 3.

Таблица 3

Ранжирование показателя «Степень усвоения материала»

Балл	12	13	14	14	15	15	16	18	19	20	22	23	24	25	26	28	29
Группа	КГ	КГ	ЭГ	ЭГ	КГ	КГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	КГ	ЭГ	ЭГ	ЭГ
Ранг	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Истинный ранг	1	2	3,5	3,5	5,5	5,5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Сумма рангов	Контрольная группа: 68								Экспериментальная группа: 85								

3.1. Ранжируются все значения показателей (первая строка) в порядке возрастания, если лучшей считается бóльшая его величина, или убывания в противном случае, независимо от принадлежности к группе. При этом фиксируется принадлежность каждого значения показателя к той или иной группе (вторая строка).

3.2. Каждому значению показателя присваивается ранг, равный номеру места, которое он занимает в полученной последовательности (третья строка).

3.3. Определяется истинный ранг каждого из тех показателей, которые имеют одинаковые значения (четвертая строка).

В случае если несколько значений равны (например, по таблице это значения «14» и «15»), то им присваивается истинный ранг, представляющий собой среднеарифметическое значение (например, в отношении значения «14»: $(3 + 4) / 2 = 3,5$; «15»: $(5 + 6) / 2 = 5,5$).

3.4. Подсчитывается сумма рангов отдельно для каждой группы (пятая строка).

4. Рассчитывается Z-значение для двухвыборочного критерия Уилкоксона, для чего наименьшая сумма рангов принимается за абсолютное значение критерия Уилкоксона W_s , и далее выполняются расчеты в соответствии со следующими формулами:

$$\bar{W}_s = \frac{n_1(n_1 + n_2 + 1)}{2}; SE_{W_s} = \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}; Z = \frac{W_s - \bar{W}_s}{SE_{W_s}}$$

где \bar{W}_s – среднее значение критерия Уилкоксона; SE_{W_s} – стандартная ошибка; n_1 – количество обучаемых в контрольной группе; n_2 – количество обучаемых в экспериментальной группе.

В приведенном примере были получены следующие результаты:

$$W_s = 68; \bar{W}_s = \frac{9(9 + 8 + 1)}{2} = 81; SE_{W_s} = \sqrt{\frac{9 \cdot 8(9 + 8 + 1)}{12}} = 10,4; Z = \frac{68 - 81}{10,4} = -1,25.$$

5. По полученному значению Z (независимо от знака) и $Z_{кр}$, соответствующему выбранному уровню значимости p ($Z_{кр} = 1,96$), определяется результат эксперимента:

- если $|Z| < Z_{кр}$, то считается, что эффективности традиционного и проверяемого способа обучения (например, КОЭУИ) не отличаются друг от друга;

- в противном случае – различаются, и худшим принимается тот способ, которому соответствует группа, набравшая меньшую сумму рангов.

Так, в приведенном примере было получено $Z = -1,25$, абсолютное значение которого меньше $Z_{кр} = 1,96$. Следовательно, в этом случае принимается, что по эффективности проверяемый способ обучения не отличается от традиционного.

Если бы, к примеру, было получено $Z = -2,0$ при меньшей сумме рангов у контрольной группы, то следовало бы считать, что эффективность нового способа обучения выше, чем традиционного.

3. Результаты проведенных научно-педагогических экспериментов

В целях более качественного анализа особенностей дистанционного обучения с использованием ЭУИ разработки практических рекомендаций по повышению эффективности обучения, а также недопущения ошибок при внедрении КОЭУИ в ходе педагогического эксперимента должны быть подвергнуты оценке все основные параметры, характеризующие внедряемый способ обучения.

Анализируя результаты проведенных экспериментов, можно сделать вывод, что использование ЭУИ наиболее целесообразно, когда:

- организуется управляемая и контролируемая самостоятельная учебная деятельность обучающихся;

- материал для изучения – научно устоявшийся, хорошо формализованный, обильный фактами и иллюстрациями, достаточно легкий, предполагающий несложное объяснение, а учебный процесс требуется индивидуализировать в связи с большими различиями уровня подготовленности обучающихся;

- на занятие выносятся тот материал, который нельзя принципиально показать ни на доске, ни на слайдах, ни на плакатах: различного рода модели, анимационные иллюстрации, видеофрагменты и т. п.;

- осуществляется формирование умений и навыков путем «виртуального погружения» обучаемого в среду его профессиональной деятельности;

- существует необходимость выполнения обучаемыми многочисленных и однообразных упражнений и оперативного контроля правильности их выполнения.

В то же время использование ЭУИ в обучении нежелательно, когда:

- необходимо выдавать на экран текстовый материал значительного объема;

- учебный материал плохо структурируется и в нем сложно выделить логические взаимосвязи;

- требуется представление схем, иллюстраций процессов, которые не могут целиком разместиться на экране монитора, а их дробление ведет к ухудшению восприятия изучаемого материала;

- необходимо высокоэмоциональное восприятие материала, которое обеспечивается только живым общением с преподавателем.

Определение направлений дальнейшего развития и совершенствования ЭУИ предполагает, наряду с последовательным выявлением недостатков и «узких» мест в методиках его применения, еще и выработку предложений по снижению стоимости их разработки.

Заключение

Таким образом, дистанционное обучение с использованием ЭУИ, обладая преимуществами (эффективность, гибкость, модульность, параллельность) над традиционными методами, отвечает требованиям современной жизни, в том числе и в отношении подготовки операторов робототехнических комплексов. Однако реализовать эти преимущества возможно при правильной организации обучения, избегая использования педагогических приемов и условий, при которых его эффективность снижается. Этому будет способствовать освоение и проведение научно-педагогических экспериментов, направленных на исследование эффективности тех или иных приемов дистанционного обучения с использованием представленных в статье методов.

Список литературы

1. Сагиндыкова А.С., Тугамбекова М.А. Актуальность дистанционного образования // Молодой ученый. 2015. № 20 (100). С. 495–498. URL: <https://moluch.ru/archive/100/20703/> (дата обращения: 25.08.2020 г.).
2. Андреев А.А., Солдаткин В.И. Дистанционное обучение: сущность, технология, организация. М.: Изд-во МЭСИ, 2010.
3. Методика применения дистанционных образовательных технологий в образовательных учреждениях высшего, среднего и дополнительного профессионального образования Российской Федерации. Утв. приказом Министерства образования России от 18 дек. 2002 г. № 4452.
4. Временное положение о сертификации качества педагогических тестовых материалов, используемых для оценки знаний обучающихся в образовательных учреждениях Российской Федерации // Бюллетень Министерства образования РФ. 2000. № 8. С. 50–53.
5. Критерий Манна-Уитни в психологии: справочник. URL: https://spravochnick.ru/psihologiya/kriteriy_manna-uitni_v_psihologii/ (дата обращения: 25.08.2020 г.).
6. Холлендер М., Вульф Д. Непараметрические методы статистики. М.: Финансы и статистика, 1983. 518 с.
7. Харькова О.А., Гржибовский А.М. Сравнение двух несвязанных выборок с использованием пакета статистических программ STATA: непараметрические критерии // Экология человека. 2014. № 4. С. 60–64.
8. Метод расчета критерия Уилкоксона. URL: <https://megalektsii.ru/s35706t7.html> (дата обращения: 25.08.2020 г.).
9. Ллойд Э., Ледерман У. Справочник по прикладной статистике. Т. 1. М.: Финансы и статистика, 1989. 510 с.

Материал поступил в редакцию 09.09.2020 г.

Лопухов Алексей Анатольевич – кандидат технических наук, начальник отдела; **Исавнина Инесса Николаевна** – заместитель начальника отдела – начальник сектора; **Осипов Юрий Николаевич** – кандидат военных наук, профессор, ведущий научный сотрудник; **Ершов Владимир Иванович** – кандидат военных наук, доцент, старший научный сотрудник. E-mail: vniiro_roboto@mail.ru (Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России)), г. Балашиха, Московская область, Россия.

A.A. Lopuhov, I.N. Isavnina, Yu.N. Osipov, V.I. Yershov

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF ELECTRONIC EDUCATIONAL PUBLICATION USAGE IN THE LEARNING PROCESS OF OPERATORS OF ROBOTIC COMPLEXES

The article considers materials concerning the methodology of scientific and educational experiments aimed at investigation of effectiveness of distance learning for operators of robotic complexes using electronic educational publications. The results of social progress are now concentrated mainly in the informational sphere and the creation of mass continuous self-learning systems is becoming popular. In addition, there is necessary to search for effective methods of such training, on the one hand, and to eliminate harmful techniques, on the other. The article presents the provisions concerning the basis of scientific and educational experiment on assessing the effectiveness of application of electronic educational publication. It is shown that the evaluation of distance learning effectiveness is based on statistical processing of the test results of the students involved in the experiment using nonparametric methods by means of the two-sample Wilcoxon rank sum test. There are concluded conditions in which it is advisable and effective or undesirable to use distance learning using electronic educational publications.

Keywords: *traditional education, distance learning, electronic educational publication, scientific and educational experiment, statistical processing of findings, nonparametric methods, Wilcoxon rank sum test*

Aleksey A. Lopuhov – Candidate of Technical Sciences; Head of Department; **Inessa N. Isavnina** – Deputy Head of Department – Chief of Sector; **Yurij N. Osipov** – Candidate of Military Sciences, Professor, Leading Researcher; **Vladimir I. Yershov** – Candidate of Military Science, Associate Professor, Senior Researcher. E-mail: vniipo_robote@mail.ru.

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.