

В.И. Богино, А.Н. Левчук, Е.Г. Петрова

Информационная технология поддержки процессов совместной деятельности при тренировке и переподготовке кадров

Рассмотрена информационная технология для поддержки процессов кооперативной деятельности при тренировке и переподготовке кадров. Описан общий уровень подготовки обучаемого. Реализация технологии предусматривает внедрение ее в программное обеспечение системы поддержки процесса принятия решений в спорте высших достижений – СУБИСПАРТ.

The information technology for supporting the processes of co-operative activity at training and retraining of the personnel is considered. A general level of preparation of a trainee is described. The technology realisation provides its introduction into the software of the system of support of a decision-making process in sports of the higher achievements – SUBISPART.

Розглянуто інформаційну технологію підтримки процесів кооперативної діяльності при тренуванні та перепідготовці кадрів. Описано загальний рівень підготовки тих, хто навчається. Реалізація технології передбачає впровадження її в програмне забезпечення системи підтримки процесу прийняття рішень в спорті найвищих досягнень – СУБИСПАРТ.

Введение. Информационные технологии – важнейшая составляющая современного информационного общества и во многом определяют магистральные пути развития экономики, науки и культуры. Ширится спектр прикладных задач, для решения которых создаются новые информационные технологии, особенно это касается сферы поддержки процессов кооперативной деятельности при тренировке и переподготовке кадров в спорте. Поддержка процессов разновидности кооперативной деятельности – тренировки с использованием информационных технологий – в настоящее время является одной из наименее исследованных областей. Особенно это относится к спортивной подготовке, основанной именно на тренировке спортсменов. В процессе осуществления кооперативной деятельности различных категорий участников (спортмены, тренеры, врачи, психологи и др.) происходят процессы оптимизации действий участников, направленные на получение максимально возможных результатов, а это требует не только мониторинга промежуточных результатов спортсмена, но и постоянного оперативного анализа факторов, определяющих максимально возможный для индивидуума результат.

Мировой опыт использования информационных технологий в спорте свидетельствует о том, что невозможно применять универсальные технологии массово во всех видах спорта, это касается и пулевой стрельбы, для которой

практически не существует методик и информационных технологий. В настоящее время наиболее часто в целях тренировки используются такие аппаратные устройства как СКАТТ (Россия) и ASCOR (Швейцария) [1–3]. Их особенность состоит в том, что они предназначены для обеспечения тренировочного процесса и ориентированы только на информационное сопровождение соревнований. К числу недостатков можно отнести отсутствие возможности сбора статистических данных, которые могут восстановить процесс ведения стрельбы, а также отсутствие возможностей анализа собранного статистического материала программными средствами.

Постановка задачи

Для повышения качества оперативного отслеживания ситуации и поддержки оперативного принятия решений определенной группой лиц, принимающих решение (тренерами, экспертами, преподавателями) относительно технико-тактического уровня состязательной деятельности человека, который учится или тренируется, требуется разработать информационную технологию, в основу которой положена методика анализа результатов стрельбы [4]. Реализация технологии предусматривает внедрение ее в состав программного обеспечения системы поддержки процесса принятия решений в спорте высших достижений СУБИСПАРТ, достаточно широко используемой в Украине в процессах сопровождения пулевой стрельбы и

стрельбы из лука. При разработке такой информационной технологии ставятся следующие задачи:

- реализация количественной оценки качественных параметров;
- оценка общего уровня технической и тактической подготовки обучаемого и анализ динамики его развития на протяжении заданного периода времени;
- анализ состояния средств, используемых в процессе обучения, тренировки и переподготовки;
- принятия на ее основе решения по выполнению последовательных действия для улучшения своих навыков и профессиональных способностей;
- поддержку и развитие системности мышления обучаемого при принятии решений;
- информационное сопровождение и обеспечение процесса обучения и подготовки;
- развитие и закрепление навыков и умений;
- поддержка всех видов познавательной деятельности человека в приобретении знаний, умений и навыков;
- индивидуализация учебного процесса при сохранении его целостности в процессе кооперативной деятельности при подготовке спортсмена.

Не достаточно просто овладеть той или иной информационной технологией. Необходимо выделить и наиболее эффективно использовать те ее особенности и возможности, которые могут в какой-то мере обеспечить решение приведенных выше задач.

Решение задачи

Для решения поставленной задачи необходимо:

- интерпретировать ее прикладные аспекты, т.е. четко определить подходы решения поставленных задач;
- создать новую базу данных или использовать имеющуюся на основе результатов выполненных упражнений;
- в графической форме предоставить результаты обучения как набор соответствующих параметров, имеющих количественную меру.

Как пример реализации поставленной задачи рассмотрим пулевую стрельбу, где стрелок должен научиться метко стрелять или повысить свои способности в этом виде программы. Для функционирования создаваемой информационной технологии необходима информация о результатах всех выполненных выстрелов в процессе упражнения. Как и в известных методиках [5–8], для фиксации направлений отклонения пробоев от центра мишени будем использовать общепринятую в практике стрелковых видов спорта форму разделения круга мишени на двенадцать секторов по 30 градусов каждый, подобно циферблату часов. Однако при определении центральности стрельбы по контролируемой совокупности выстрелов, как в перечисленных работах, предлагается не ограничиваться только отклонением пробоев в фиксируемых направлениях, а суммировать как сами величины отклонений пробоев на каждом из анализируемых двенадцати направлений, так и проекции отклонений пробоев по соседним направлениям относительно основного на 30 и 60 градусов в обе стороны.

В этом случае количественное значение оценки возможной тенденции расположения пробоев, например, на направлении «три часа», будет усиливаться благодаря дополнительному учету пробоев еще на четырех направлениях. К ним можно отнести прежде всего пробоев, имеющие отклонения на направлениях «два» и «четыре часа». Эти пробоев будем рассматривать как проекции на главное анализируемое направление, и потому количественно они будут учтены в меньшей мере – через косинусы углов, образуемых главным направлением и радиусами отклонения каждой пробоев соседних направлений, лежащих под углом в 30 градусов по отношению к головному. Кроме того, к ним необходимо добавить и пробоев, расположенные на направлениях «час» и «пять часов» и учтенные, соответственно, через косинусы 60 градусов.

Если величины всех зафиксированных отклонений в расположении пробоев (как основных, так и учтенных как проекции) суммиро-

вать по каждому из 12-ти направлений, а затем вершины полученных лучей соединить отрезками прямых, то получим многоугольник, который характеризуется такими параметрами, как центр тяжести и площадь. Одновременно, по совокупности отдельных пробоин, можно оценить и такие показатели стрельбы, как средний радиус выстрелов и разброс рассеивания их вокруг этого значения, расположение и перемещение средних точек попадания задаваемой совокупности выстрелов во время всего процесса ведения стрельбы и т.д. Каждый из этих параметров количественно оценивается и практически интерпретируется.

Обработка результатов стрельбы по предлагаемой методике в настоящее время сводится к следующим процедурам.

По окончании первичных преобразований и формирования файла первоначальных данных образуется радиус-вектор r_i отклонений, модуль которого для каждого фиксированного i -го направления вычисляется по формуле

$$r_i = \sum_{k=1}^{K^0} R_k^0 + 0,87 \sum_{k=1}^{K^{\pm 30}} R_k^{\pm 30} + 0,5 \sum_{k=1}^{K^{\pm 60}} R_k^{\pm 60}, \quad i = \overline{1,12},$$

где $R_k^0, R_k^{\pm 30}, R_k^{\pm 60}$ – модули радиусов-векторов положения пробоин на мишени для основного направления и соседних с ним, расположенных под углами 30° и 60° , соответственно; $K^0, K^{\pm 30}, K^{\pm 60}$ – количество этих радиусов-векторов.

Результаты стрельбы оцениваются по набору параметров, имеющих количественную меру и, для наглядности, представляются в графической форме. В набор контролируемых параметров входят следующие показатели, вычисляемые по соответствующим формулам:

А. Коэффициент центральности расположения пробоин:

$$K_{\text{ц}} = \frac{R_{\text{дес}}}{R_{\text{max}}},$$

где $R_{\text{дес}}$ – результат стрельбы (сумма набранных очков с десятичными долями);

R_{max} – максимально возможное количество очков в анализируемом упражнении.

Б. Величина F площади многоугольника, образованного совокупностью пробоин. Этот многоугольник имеет вершины в точках, расположенных на лучах соответствующих направлений и удаленных от центра мишени на величины, равные модулю своего радиус-вектора \vec{r}_i :

$$F = 1/2 \left[(x_1 - x_2)(y_1 + y_2) + (x_2 - x_3) \times (y_2 + y_3) + \dots + (x_{12} - x_1)(y_{12} + y_1) \right],$$

где x_i, y_i – координаты положения концов радиуса-вектора $\vec{r}_i, i = \overline{1,12}$.

Естественно предположить, что чем меньше величина площади этого многоугольника, тем выше качество ведения стрельбы.

В. Величина L отклонения центра тяжести образованного многоугольника от центра мишени с координатами (x_0, y_0) :

$$L = \sqrt{(x_c - x_0)^2 + (y_c - y_0)^2},$$

где $x_c = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} x_i, y_c = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} y_i$ – координаты центра тяжести многоугольника.

Вывод по этому показателю совпадает с предыдущим и дополняется графическим представлением положения образованного многоугольника, наглядно демонстрирующего тенденцию отклонения расположения пробоин в каком-либо направлении. В идеальном случае величина L должна стремиться к нулю.

Г. Величина \bar{r} среднего модуля радиусов отклонений:

$$\bar{r} = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} r_i.$$

Этот показатель позволяет четче определить допустимые пределы возможных отклонений пробоин.

Д. Координаты средней точки попадания (x_s^k, y_s^k) каждой k -й контролируемой выборки последовательности выстрелов [6]:

$$x_s^k = \frac{1}{r_p} \sum_{i=1}^{r_p} |x_i - x_{\text{min}}| + x_{\text{min}};$$

$$y_s^k = \frac{1}{r_p} \sum_{i=1}^{r_p} |y_i - y_{\min}| + y_{\min}; k = \overline{1, K_p},$$

где $x_{\min} = \min_i x_i$, $y_{\min} = \min_i y_i$, $i = \overline{1, r_p}$; K_p – количество контролируемых выборок в анализируемом виде программы соревнований (серии, положении и др.).

В стрелковых видах спорта наиболее удобная для оценки размерность такой выборки последовательности выстрелов (r_p) зависит от профессиональной подготовленности спортсменов и лежит в пределах трех–шести выстрелов.

Е. Расстояние L^k от каждой средней точки попадания контролируемых выборок последовательности выстрелов (x_s^k, y_s^k) до центра мишени (x_0, y_0):

$$L^k = \sqrt{(x_s^k - x_0)^2 + (y_s^k - y_0)^2}, k = \overline{1, K_p}.$$

Ж. Сумма этих расстояний L_p для всех отдельно взятых контролируемых выборок последовательности выстрелов:

$$L_p = \sum_{k=1}^{K_p} L^k.$$

Параметр L_p характеризует, насколько постоянна связь контролируемых выборок последовательностей выстрелов с центром мишени. Как и в предыдущих случаях, желательно как можно меньшее значение этого показателя.

З. Длина пути S_p средней точки попадания каждой k -й выборки последовательности выстрелов:

$$S_p = \sum_{k=2}^{K_p} \sqrt{(x_s^k - x_s^{k-1})^2 + (y_s^k - y_s^{k-1})^2}.$$

Эта величина количественно характеризует способность спортсмена контролировать степень постоянства связи каждого выстрела с последующим.

И. Соотношение величин двух предыдущих параметров:

$$S_v = \frac{S_p}{L_p}.$$

Этот показатель количественно характеризует степень контролируемости спортсменом процесса ведения стрельбы. Практически установлено, что при значении этого показателя $S_v \leq 0,5$ обеспечивается достаточно высокий уровень результатов.

Одновременно по таблице исходной информации определяется сумма S набранных спортсменом очков и основные статистические параметры этого результата, а именно:

К. Среднее количество очков, которое приходится на каждый выстрел:

$$R_{cp} = \frac{R}{K_b}, \text{ где } R - \text{результат выполнения упражнения (сумма набранных очков); } K_b - \text{количество выстрелов в анализируемом упражнении.}$$

Поскольку для пулевой стрельбы в любом упражнении количество выстрелов кратно десяти, то параметр, определяемый по этой формуле, для нее не является необходимым. Однако в других видах стрельбы, например, в стрельбе из лука, где в различных видах программы соревнований спортсмен выпускает 12, 18 или 36 стрел, этот параметр дает дополнительную информацию.

Л. Разброс отклонений достоинства пробоин от среднего значения R_{cp} :

$$D = \sqrt{\frac{1}{K_b} \sum_{i=1}^{K_b} (S_i - R_{cp})^2},$$

где S_i – значение достоинства i -й пробоины.

Этот параметр однозначно характеризуется дисперсией анализируемой выборки и указывает на стабильность или нестабильность ведения стрельбы.

По вычисленным значениям m_{cp} и D для каждого спортсмена можно решить задачу оценки его потенциальных возможностей в анализируемом упражнении данного вида стрельбы: найти вероятность того, что значение m достоинства пробоины последующего выстрела спортсмена будет числом из заданного промежутка (m_a, m_b), т.е. найти величину $P\{m \in \langle m_a, m_b \rangle\}$;

$m_6, m_b \in [0,10]$. В теории стрельбы принято считать, что при повторной стрельбе одного и того же спортсмена и постоянных условиях прицела результат стрельбы распределяется по нормальному (или близкому к нему) закону [7]. Поэтому для решения поставленной вероятностной задачи используется теорема Лапласа, т.е.

$$P\{m_6 < m\langle m_b \rangle\} = \Phi\left(\frac{m_b - m_{cp}}{\sqrt{D}}\right) - \Phi\left(\frac{m_6 - m_{cp}}{\sqrt{D}}\right),$$

где $\Phi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} du$ – известная таблично

заданная функция нормального распределения ([8]).

Таким образом, можно вычислить вероятность неудачного (например, для стрельбы стоя из малокалиберной винтовки $P\{0 < m\langle 8 \rangle\}$) или удачного (например, $P\{9 < m\langle 10 \rangle\}$) последующего выстрела спортсмена.

Практическая реализация

Для практической работы с использованием предложенной информационной технологии необходим карманный компьютер или ноутбук. При этом в общей программе планируется изображение на экране копии мишени, на которой можно фиксировать результаты выстрелов в процессе выполнения упражнения, ввод данных по окончании упражнений. Наиболее простой вариант – использование записей в стрелковых книжках. Возможно также и использование отстрелянных мишеней с последующей дополнительной обработкой на устройстве *RIKA* (Германия) [12]. В этом случае каждый выстрел будет учитываться с точностью до 0,1 очка. В настоящее время решается вопрос о приеме информации из системы *ASCOR* [1, 3]. При этом возможно дальнейшее развитие предлагаемой методики путем обработки временных параметров ведения стрельбы, которая пока не проводится, так как необходимо согласование вопроса со швейцарскими специалистами.

С целью оценки уровня технико-тактической подготовленности спортсменов к соревнованиям рассмотрим полезность практического использования описываемой технологии на примере результатов выступления на III летних Всеукраинских спортивных играх одной из ведущих спортсменок сборной команды Украины – Наталии К.

На первом этапе работы требовалась оценка достоинства каждой пробойны с точностью до десятых долей очка и направление ее расположения, поэтому в рассматриваемом случае работа велась с бумажными мишенями с использованием устройства *RIKA*. По окончании это-

Исходные данные по пулевой стрельбе Н.К.

№ выстрела	1-я серия			2-я серия			3-я серия			4-я серия		
	Очки	Направление	Направление									
1	10,1	8	11	10,7	11	21	10,4	4	31	10,6	4	
2	10,6	2	12	10,1	6	22	10,4	4	32	10,7	11	
3	10,5	4	13	10,1	10	23	10,2	6	33	10,1	3	
4	10,8	5	14	9,6	11	24	10,5	3	34	10,1	5	
5	10,3	5	15	10,6	12	25	10,3	6	35	10,6	2	
6	10,5	12	16	10,4	5	26	10,3	8	37	10,7	5	
7	10,7	5	17	10,9	1	27	10,0	1	37	10,6	8	
8	10,7	8	18	10,9	1	28	10,6	9	38	10,3	6	
9	10,1	10	19	10,5	10	29	10,4	6	39	10,3	12	
10	10,0	2	20	10,4	10	30	10,5	11	40	10,8	5	
Σ	104,30		Σ	104,20		Σ	103,60		Σ	104,80		

го этапа работы получены данные, приведенные в таблице.

На втором этапе работы выявлена тенденция отклонения попаданий в мишень. Результаты этого этапа представлены на рис. 1.

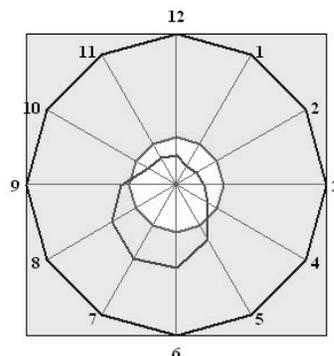


Рис. 1. Тенденция отклонения попаданий в мишень

По результатам этих двух этапов можно оценить степень реализации спортсменкой своей функциональной и физической подготовленности к соревнованиям, которая характеризуется следующими количественными оценками:

- результат стрельбы (с десятными долями очка) – 416,9 очка;
- коэффициент центральности размещения пробоин – 0,96;
- дисперсия – 0,08;
- площадь эллипса рассеивания – 310 условных единиц;
- отклонение центра тяжести сформированного многоугольника от центра мишени – 3,06 условных единиц.

Технико-тактическая и психологическая подготовленность стрелка оценивается на третьем этапе после выявления пути перемещения средней точки попадания во время выполнения упражнения в целом. Результаты этой части работы информационной технологии представлены на рис. 2.

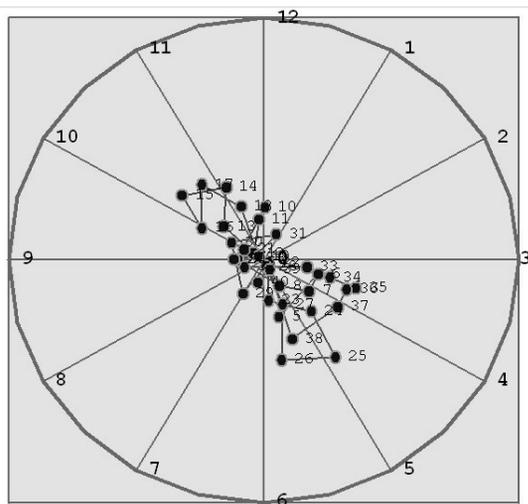


Рис. 2. Путь перемещения точки попадания

Этот этап также сопровождается конкретными количественными характеристиками:

- суммарное отклонение совокупности пробоин от центра мишени – 6,79 условной единицы;
- суммарная длина пути перемещения средней точки попадания – 5,03 условной единицы;
- соотношение отклонение/перемещение – 0,74.

Приведенные данные позволяют дать количественную оценку соревновательной деятельности стрелка.

Выводы по технико-тактической подготовленности: спортсменка имеет высокий уровень подготовленности: ее квалификационный результат повторяет национальный рекорд, а финальный только на 0,1 очка отстает от него. Однако спортсменка имеет и реальный резерв, подтверждаемый выявленной тенденцией систематического появления пробоин в одном направлении (на семь часов – 3,06). Кроме того, во время ведения стрельбы заметно незначительное, но постепенное перемещение средней точки попадания выстрелов из зоны на 10 часов во второй серии в зону на пять часов в третьей и четвертой сериях.

Сравнительный анализ прогнозируемых и фактических результатов соревновательной деятельности: отклонение фактических результатов от прогнозируемых не выявлено, несмотря на значительную нагрузку за последние три недели, связанную с участием в двух турнирах за Кубок мира в Австралии и Таиланде.

Определение доминирующих и лимитирующих сторон подготовленности спортсменки: явных лимитирующих сторон подготовленности спортсменки не выявлено. Доминирующая – уверенность в уровне подготовки, позволившая сохранить позицию лидера на протяжении всего процесса выполнения упражнения.

Заключение. Результатами работы с использованием предложенной технологии будут пользоваться не только тренеры, преподаватели, эксперты, но и ведущие спортсмены Украины, Белоруссии и других стран, поэтому она доводится до мобильной формы, т.е. предназначенной для использования ее как программного продукта. Для расширения круга вопросов, решаемых с помощью предложенной технологии, со специалистами фирмы *ASCOR* были проведены предварительные переговоры, целью которых была реализация возможности оперативного получения информации в электронном виде о результатах выполнения упражнений украинскими стрелками.

Решение комплекса прикладных задач, которые ставятся для осуществления кооперативной деятельности различных категорий участников (спортсмены, тренеры, врачи, психологи и др.), направленные на получение максимально возможных результатов, дает возможность: оценить общий уровень подготовки обучаемого, представить немалое количество различных параметров в удобном для пользователя виде, развивать мышление и оперативно принимать решения по повышению профессиональных навыков. Эффективность предлагаемой технологии заключается в предоставлении возможности непрерывного и целостного процесса обучения, тренировки и переподготовки, а использование информационной технологии обеспечит участников кооперативной деятельности оперативными данными, необходимыми для дальнейшего планирования и достижения целей.

1. Момынова Б., Ибрагимова А. Журнал цифровой цивилизации «Digital Kazakhstan», 22 августа 2008. – С. 15–23.
2. Стрелковые тренажеры СКАТТ. – <http://www.scatt.ru/>
3. SUI5 ASCOR. – <http://sius.com/>
4. Богіно В.І., Бесідна Л.Л., Гладківська О.В. Параметричний аналіз результатів стрільби по мішені

5. Львов М.С. Концепція програмної системи підтримки математичної діяльності. // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. пр. – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова. – 7. – 2003. – С. 36–48.
6. Львов М.С. Основные принципы построения педагогических программных средств поддержки практических занятий // УСиМ. – 2006. – № 6. – С. 70–75.
7. Львов М.С. Терм VII – шкільна система комп'ютерної алгебри. Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2004. – № 7. – С. 27–30.
8. Львов М.С. Шкільна система комп'ютерної алгебри Терм 7–9. Принципи побудови та особливості використання // Науковий часопис НПУ ім. Драгоманова. – Сер. № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. пр. – К.: НПУ ім. Драгоманова. – 2005. – № 3(10) – С. 160–168.
9. Інтегроване середовище вивчення курсу «Основи алгоритмізації та програмування» для вищих навчальних закладів / О.В. Співаковський, Н.В. Колесні-

// Експрес-новини: наука, техніка, виробництво. – Київ, УкрІНТЕІ, дайджест–бюлетень. – 2002. – № 1–2. – С. 25–29.

5. Воронков Р. Влияние некоторых наиболее распространенных ошибок на меткость стрельбы из лука: Разноцветные мишени. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – С. 15–19.
6. Зыков М.Б. Анализ результатов стрельбы с помощью вычисления центральности и очкового остатка: Памятка тренера и спортсмена. – Васмиера: Лиесма, 1979. – С. 3–24.
7. Зыков М.Б., Саблин В.Г., Локшин Л.Л. Применение метода центральности стрельбы для оценки технической подготовленности спортсмена: Разноцветные мишени. – М.: Физкультура и спорт, 1981. – С. 52–56.
8. Новый метод анализа результатов в стрельбе из винтовки: Разноцветные мишени / В.И. Степанский, В.И. Моросанова, В.А. Власов и др. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – С. 61–66.
9. Наставление по стрелковому делу. – М.: Военное издательство, 1985. – С. 42–47.
10. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. – М.: Наука, 1988. – 480 с.
11. Пугачев В.С. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Наука, 1979. – 496 с.
12. RIKA Sport. – <http://www.rika1.com/>

© В.И. Богоино, А.Н. Левчук, Е.Г. Петрова, 2009

Окончание статьи М.С. Львова

- кова, І.М. Ткачук та ін. // Зб. пр. Другої міжнар. конф. «Нові інформаційні технології в освіті для усіх: стан та перспективи розвитку», Київ, 21–23 лист. 2007 р. – К.: Академперіодика, 2007. – С. 240–249.
10. WEB-среда для изучения основ алгоритмизации и программирования / А.В. Спиваковский, Н.В. Колесникова, Н.И. Ткачук и др. / УСиМ. – 2008. – № 1. – С. 70–75.
 11. Kravtsov H., Kravtsov D. Knowledge Control Model of Distance Learning System on IMS Standard. Innovative Techniques in Instruction Technology, E-learning, E-assessment, and Education. – Springer Science+Business Media B.V. – 2008. – P. 195–198.
 12. Кравцов Г.М., Кравцов Д.Г. Адаптивные и объектные тесты в модели контроля знаний по стандарту IMS // УСиМ. – 2008. – № 1. – С. 42–48.

© М.С. Львов, 2009