

СОВРЕМЕННЫЙ КОМПЬЮТЕРНЫЙ ОБУЧАЮЩИЙ КУРС НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ КЛЮЧЕВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

Дроздова А.А.¹, Гусева А.И.¹

¹Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, e-mail: Drozdova-Anyu@yandex.ru

В работе рассматриваются вопросы разработки современных компьютерных обучающих программ в высших учебных заведениях. Описана формальная спецификация на компьютерные обучающие курсы. Предложен перечень навыков и знаний, который должен быть заложен в основу обучения. Данный перечень представлен в виде модели, состоящей из пяти уровней. Каждый последующий уровень данной модели включает в себя предыдущий. На основе выделенных навыков авторами построена обобщенная модель ключевых компетенций для выпускников высших учебных заведений экономического профиля. Данная модель может быть расширена и детализирована в соответствии со специальностью и профилем обучения. Проведена оценка эффективности компьютерного обучающего курса на основе реальных данных, полученных за 8 лет использования компьютерного обучающего курса «Дискретная математика». В 2009-2010 годах обучение проводилось без использования компьютерного курса, начиная с 2011 года он был внедрен в учебный процесс. Оценка проводилась на основе разработанной авторами усовершенствованной математической модели оценки эффективности обучения. За основу была взята четырехуровневая модель оценки эффективности Д. Киркпатрика. Для каждого уровня модели авторами были рассчитаны соответствующие коэффициенты, характеризующие эффективность и результаты проведенного обучения.

Ключевые слова: дистанционное обучение, компьютерные обучающие программы, модель компетенций, оценка эффективности обучения.

MODERN COMPUTER TRAINING COURSE BASED ON THE MODEL OF KEY COMPETENCES IN HIGH INSTITUTIONS

Drozdova A.A.¹, Guseva A.I.¹

¹National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, e-mail: Drozdova-Anyu@yandex.ru

This paper discusses the issues of the development of modern computer training programs in higher educational institutions. There is described a formal specification for computer training courses. There is offered the list of skills and knowledge that should be laid in the basis of training. This list is presented in the form of a model consisting of five levels. Each subsequent level of this model includes the previous one. On the basis of the allocated skills, the authors constructed a generalized model of key competencies for graduates of higher educational institutions. This model can be expanded and detailed in accordance with the specialty and profile of training. The estimation of efficiency of the computer training course on the basis of the real data received for 8 years of use of the computer training course "Discrete mathematics" is carried out. In 2009-2010, the training was conducted without the use of a computer course, since 2011 it was introduced into the educational process. The evaluation was carried out on the basis of an improved mathematical model for evaluating the efficiency of training developed by the authors. The basis was a four-level model for assessing the effectiveness of Donald Kirkpatrick. At each level, the authors calculated the corresponding coefficients, numerically characterizing the quality and results of the training.

Ключевые слова: distance learning, computer training programs, competence model, evaluation of training efficiency.

В современном стремительно развивающемся мире, значительными темпами растут объемы получаемой и обрабатываемой в обществе информации. Одним из ключевых ресурсов, направленных на развитие различных сфер общества, становится именно информация. Таким образом, в современном информационном обществе значительную роль играет высокая степень образованности общества. Высокообразованные люди способны максимально эффективно использовать имеющиеся информационные ресурсы в своей производственной и научной деятельности, что, в свою очередь, требует от каждого человека

постоянного обновления и пополнения своих знаний.

В настоящее время новые компьютерные технологии создали современные технические возможности информационного обмена, позволяющие обеспечивать еще большую массовость образования, в несколько тысяч раз ускорять обмен информацией и значительно увеличивать ее объем. Внедрение таких информационных технологий в многообразную жизнь и деятельность общества привело к необходимости обеспечения нового, высококачественного образования, отвечающего современным требованиям. Современным направлением инновационного развития системы образования, и в первую очередь высшего, является использование высокотехнологичных подходов к обучению, соответствующих мировым стандартам. Одним из таких подходов являются дистанционные технологии обучения, которые представляют собой перспективные технологии подготовки высококвалифицированных кадров для различных направлений последующей профессиональной деятельности выпускников. А компьютерные обучающие программы и тренажеры служат современными средствами закрепления, усвоения и развития получаемых знаний [1-5].

Формальная спецификация компьютерных обучающих программ

Компьютерные обучающие программы - программные средства учебного назначения, которые широко используются в образовательном процессе дистанционного обучения и позволяют:

- обеспечить индивидуальный и дифференцированный подход к обучению;
- обеспечивать контроль обучаемого с возможностью обратной связи, а также самоконтроль и коррекцию траекторию обучения;
- сократить время обучения;
- визуализировать учебную информацию;
- моделировать и имитировать различные процессы и явления;
- проводить работы, эксперименты и опыты в условиях виртуальной реальности;
- развивать умение принимать оптимальные и четкие решения;
- заинтересовывать и мотивировать обучаемого к процессу обучения;
- развивать, совершенствовать, улучшать знания и навыки;
- применять современные информационные технологии.

Благодаря применению компьютерных обучающих программ, эффективность занятий возрастает на 25-30 процентов. Исключается пассивное обучение, обучаемые становятся постоянно задействованными в процессе обучения. Такие программы позволяют вести статистику оценок, полученных в процессе обучения, что дает возможность обеспечивать непрерывное и гибкое управление процессом обучения путем корректирования тренажерных

систем или практических заданий.

Процесс обучения проходит полностью индивидуально. Темп работы с обучающими программами выбирает сам обучаемый в соответствии со своей подготовкой и предпочтениями. Стимулируется творческая активность обучаемых, улучшается образность и логика мышления, обеспечивается заинтересованность в процессе обучения и повышается познавательная деятельность обучаемых, что оказывает значительное влияние на качество получаемых знаний и навыков.

Несмотря на широкое распространение таких программ в последнее время, они часто ориентированы на развитие строго определенных навыков и получение знаний в довольно узком направлении. Авторами статьи предлагается ориентировать дистанционные курсы на более широкий спектр навыков. Таким образом, основным результатом обучения становится приращение ключевых компетенций обучающихся.

В статье [6] авторами была предложена модель развития профессиональных навыков в виде слоев, где каждый следующий слой включает в себя предыдущий. Применительно к обучению в высших учебных заведениях эти слои можно охарактеризовать следующим образом:

Первый уровень – базовые навыки: фундаментальные знания, приобретаемые в процессе обучения в вузе.

Второй уровень – профессиональные навыки: специализированные знания, приобретаемые с учетом будущей конкретной профессиональной деятельности.

Третий уровень – межличностные навыки: умения организовывать свою деятельность, общаться и контактировать с другими людьми, а также способность четко и лаконично излагать собственные мысли.

Четвертый уровень – навыки обучения: способность применять имеющиеся знания на практике, быстро реагировать на изменяющиеся условия, а также обучать других людей.

Пятый уровень – личностные изменения: способность к самосовершенствованию, выстраиванию собственных задач и целей, развитию как в личностном, так и профессиональном направлениях.

Обучение должно проводиться таким образом, чтобы, помимо приобретения конкретных профессиональных знаний и навыков, происходило всестороннее развитие личности обучающегося в целом.

Ключевые компетенции выпускников вузов экономического профиля

Модель оценки компетенций может быть представлена как взвешенный граф (взвешенное дерево) $\Psi_k = \langle M_k, S_k \rangle$, где в качестве носителя M выступает множество пар, каждая пара содержит показатель C_i и его возможное значение p_i , $M_k = \{(C_i, p_i)\}$;

сигнатура S_k определяет множество отношений в виде взвешенной отрицательной окрестности единичного радиуса $\Gamma^-(C_i) = \{(C_j, w_{ij}^i)\}$, где нормированные веса определяют относительную значимость w_{ij}^i показателя C_j при формировании показателя C_i , $\sum_j w_{ij}^i = 1$.

Для построения модели оценки необходимо сделать следующее.

1. Выявить показатели измерений, установить между ними связи.
2. Определить шкалы и критерии измерений.
3. Вычислить вес (значимость) каждого показателя.
4. Построить целевую функцию оценивания.

Шаг 1. Формирование иерархии показателей. Основываясь на предложенной модели развития навыков в процессе обучения, авторы построили обобщенную модель ключевых компетенций для выпускников высших учебных заведений экономического профиля. Базовые навыки составляют основу базовых компетенций, профессиональные и межличностные – функциональных компетенций, личностные изменения и навыки обучения – управленческих компетенций.

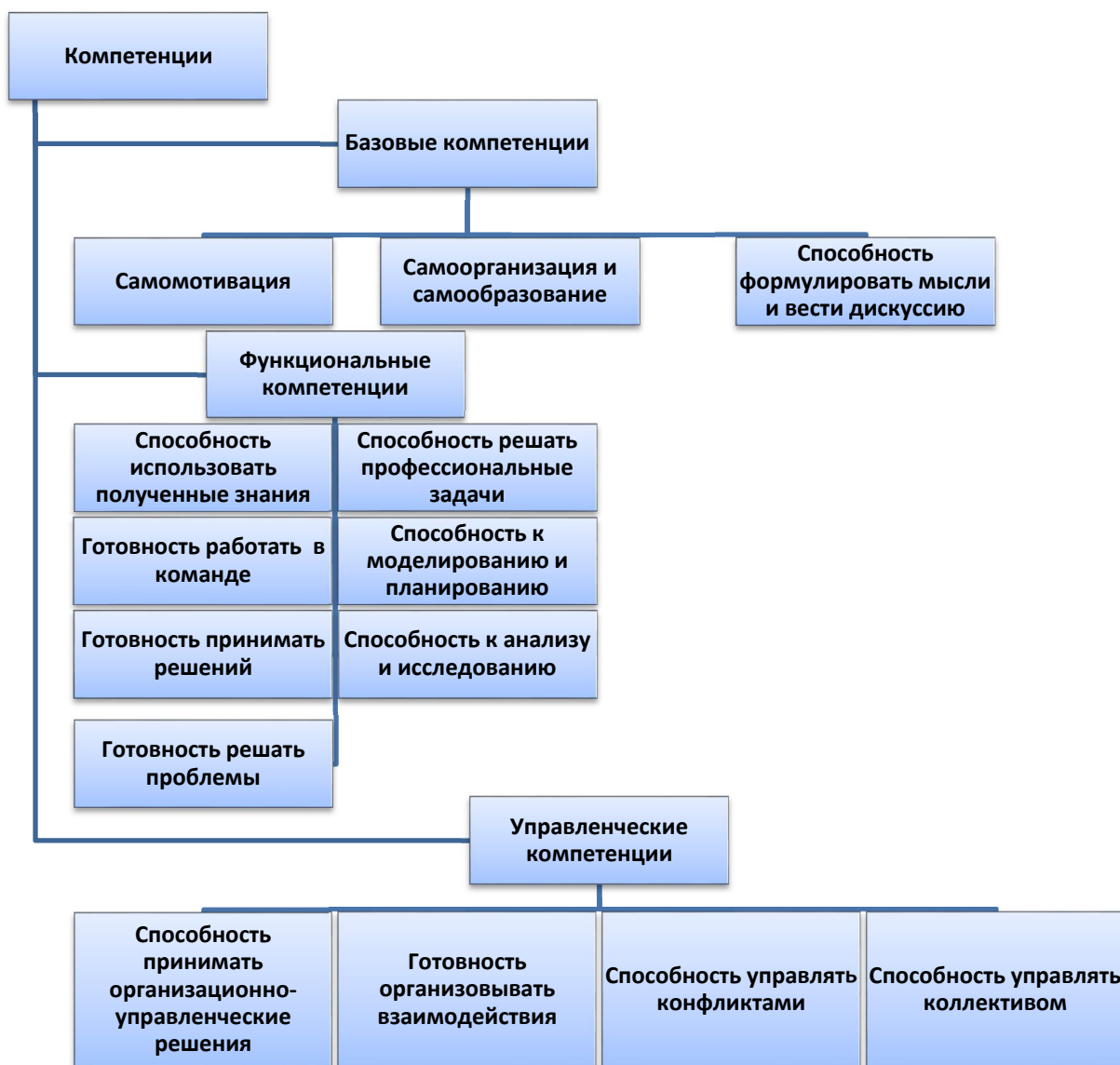
В структуре ключевых компетенций учащихся экономического профиля выделены три основные группы компетенций: базовые, функциональные и управленческие.

$$\begin{cases} Comp = \{C_{base}; C_{fun}; C_{mng}\}, \\ C_{base} = \{c_1; c_2; c_3\}, \\ C_{fun} = \{c_4; \dots; c_{10}\}, \\ C_{mng} = \{c_{11}; \dots; c_{13}\} \end{cases} \quad (1)$$

Базовые компетенции C_{base} описывают личностные качества и способности, а также полученные в процессе обучения профессиональные знания и навыки, необходимые выпускнику для успешной профессиональной реализации на рынке труда и последующего выполнения своих должностных обязанностей.

Управленческие компетенции C_{mng} описывают управленческие умения и навыки, приобретенные в процессе обучения, которые будут необходимы для успешного руководителя структурного подразделения организации.

Функциональные компетенции C_{fun} : определяют специальные профессиональные знания и умения, которые были приобретены выпускником в процессе обучения в вузе и будут востребованы при приеме на работу. На рисунке представлены отношения между показателями в виде иерархий.



Иерархия показателей ключевых компетенций

Шаг 2. Шкалы и критерии измерений. Шкала оценки уровня компетенций представляет собой набор значений от 0 до 1 балла в зависимости от уровня освоения ключевой компетенции. Значение $C_j < 0,6$ соответствует низкому уровню освоения, $C_j \in [0,6; 0,75)$ - среднему уровню и $C_j \geq 0,75$ - высокому уровню освоения.

Шаг 3. Определение веса (значимости) показателей. Для оценки значимости (веса) каждой компетенции в работе был использован метод анализа иерархий Т. Саати – метод многокритериальной оптимизации [7]. Были выбраны 5 экспертов, которые оценивали иерархию компетенций по десятибалльной шкале. Индекс согласованности экспертных мнений не превысил 0,09, что говорит о качественно проведенной экспертизе.

В таблице 1 представлены показатели, шкалы и веса модели оценки компетенций. В целом полученные веса компетенций согласуются с результатами исследований, проведенных в интересах Экспертно-методического центра оценки и сертификации

квалификаций специалистов (ЭМЦОСК) в атомной отрасли, созданного на базе Национального ядерного инновационного консорциума (НЯИК) [8].

Таблица 1

Итоговые веса показателей системы ключевых компетенций

Группа	Вес группы	ИС	Критерий	Шкала	ИС группы	Вес критерия
Базовые C_{base}	0,28	0,04	C1 - самомотивация	[0,1]	0,05	0,14
			C2 - самоорганизация и самообразование	[0,1]		0,08
			C3 - способность формулировать мысли и вести дискуссию	[0,1]		0,06
Функциональные C_{fun}	0,55		C4 - способность использовать полученные знания	[0,1]	0,09	0,13
			C5 - готовность работать в команде	[0,1]		0,10
			C6 - способность решать профессиональные задачи	[0,1]		0,12
			C7 - способность к моделированию и планированию	[0,1]		0,04
			C8 - готовность решать проблемы	[0,1]		0,06
			C9 - готовность принимать решения и нести за них ответственность	[0,1]		0,06
			C10 - способность к анализу и исследованию	[0,1]		0,05
Управленческие C_{mg}	0,17		C11 - способность принимать организационно-управленческие решения	[0,1]	0,04	0,07
			C12 – готовность организовывать взаимодействия с клиентами/ партнерами/ коллегами	[0,1]		0,05
			C13 - способность управлять коллективом	[0,1]		0,02
			C14 - способность управлять конфликтами	[0,1]		0,03

Шаг 4. Целевая функция. В результате уровень компетенций $Comp_i$ i -го выпускника можно вычислить по формуле:

$$Comp_i = \prod_{j=1}^m w_j \times k_{oc,j} \quad k_{oc,j} = \begin{cases} k_j, & \text{если } k_j \geq k_{порог} \\ 0, & \text{если } k_j < k_{порог} \end{cases} \quad (2)$$

где $i=1, 2, \dots, n$, где n – число выпускников, прошедших обучение,

w_j - вес j -й компетенции, $j=1, 2, \dots, m$,

m – количество компетенций,

k_j - значение j -й компетенции для i -го выпускника.

Установленное пороговое значение введено для того, чтобы показать, что аттестуемый не удовлетворяет предъявляемым требованиям по формированию ключевых компетенций в целом. Даже если по какой-либо отдельной группе ключевых компетенций получен приемлемый результат. Подобный пороговый метод оценивания применяется и в центрах сертификации квалификаций атомной отрасли [8]. Далее обобщенная модель компетенций может быть расширена и детализирована в соответствии со специальностью и программой обучения конкретного высшего учебного заведения.

Результаты применения цифровых обучающих курсов в вузе

Вопросы отдачи от инвестиций в обучение давно находятся на повестке дня [9]. В статье [10] авторами была описана усовершенствованная модель оценки эффективности обучения на основе четырехуровневой модели Д. Киркпатрика. С помощью данной модели была проведена оценка эффективности компьютерного обучающего курса «Дискретная математика», внедренного в Национальном исследовательском ядерном университете «МИФИ» (далее – НИЯУ МИФИ). Компьютерный курс был разработан в соответствии с обобщенной формальной спецификацией, состоит из четырех модулей, которые содержат не только электронные лекции, но и глоссарий, практические занятия, компьютерные тренажеры, тесты и электронные журналы для сдачи и проверки заданий. В 2009-2010 годах обучение проводилось без использования модулей компьютерного курса; начиная с 2011 года эта дисциплина преподается с использованием компьютерного обучающего курса. Аудиторные занятия сведены до минимума, а все практические занятия и домашние задания, в том числе и для малых групп по 2-3 человека, выполняются в среде компьютерного курса.

Апробация проводилась на основе данных, полученных за 7 лет использования данного курса, ежегодная выборка составляла по 100 студентов. Сравнительный анализ проводился с результатами обучения 2009-2010 годов. Из представленной выше модели компетенций были рассмотрены базовые и функциональные блоки.

Были рассчитаны следующие коэффициенты эффективности:

1. Групповой показатель «Реакция»

1. Коэффициент удовлетворенности полученными знаниями, определяющий насколько студенты были удовлетворены проведенным обучением, полученным знаниями, материалами и представлением информации.

2. Коэффициент организации обучения, определяющий процент обученных студентов в соответствии с периодичностью, сроками обучения и иными требованиями, установленными расписанием и программой вуза.

3. Коэффициент соответствия учебной программы, определяющий насколько проведенное компьютерное обучение соответствовало запланированным направлениям обучения, а также было доступно и понятно студентам.

II. Групповой показатель «Обучение»

4. Коэффициент приращения знаний, определяющий разницу между уровнем знаний студентов до и после проведения компьютерного обучения.

5. Коэффициент усвоения знаний, определяющий уровень знаний, полученных в результате проведения обучения.

6. Коэффициент изменения ключевых компетенций, определяющий насколько изменились знания и навыки в процессе занятий с компьютерной обучающей программой.

III. Групповой показатель «Поведение»

7. Коэффициент использования полученных знаний и навыков, определяющий объем применяемых знаний, полученных в результате, на практике.

На основе рассмотренных выше показателей была построена целевая функция эффективности.

$Y = f(K_{исп}, K_{комп}, K_{усв}, K_{приращ}, K_{уд}, K_{соотв}, K_{орг})$, где каждый последующий показатель имеет меньшую значимость, чем предыдущий.

Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результат оценки эффективности

Уровни	Показатель	Формула	Результат, %
Реакция	Коэффициент удовлетворенности полученными знаниями	$K_{уд} = \frac{\sum_{i=1}^N N_{ydi}}{N \times n}$	80
	Коэффициент организации обучения	$K_{орг} = \frac{\sum_{i=1}^N N_{orgi}}{N \times n}$	91
	Коэффициент соответствия учебной программы	$K_{соотв} = \frac{\sum_{i=1}^N N_{соотв i}}{N \times n}$	89
Обучение	Коэффициент приращения знаний	$K_{приращ} = \frac{K_{вых} - K_{вход}}{K_{вход}}$	15
	Коэффициент усвоения знаний	$K_{усв} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N * n}$	87
	Коэффициент изменения ключевых компетенций	$K_{комп} = \frac{N_{комп}}{N}$,	12
Поведение	Коэффициент использования полученных знаний и навыков	$K_{исп} = \frac{\sum_{i=1}^N N_{исп i}}{N \times n}$	95

В процессе обучения на компьютерной обучающей программе «Дискретная математика», проводимого в НИЯУ МИФИ, ключевые компетенции студентов увеличились на 12%, уровень знаний по данному направлению повысился на 11%, а процент усвоения полученных знаний возрос до 87%.

Общая эффективность использования компьютерного курса «Дискретная математика» в среднем составила 88% (2010-2017 гг.), в то время как эффективность реализации этой учебной дисциплины без использования компьютерных модулей составляла 68-70% (2009-2010 гг.).

Выводы

Современные постоянно развивающиеся информационные и высокотехнологические процессы в обществе предъявляют новые требования к организации и реализации учебного процесса. Обучение должно основываться на инновационных образовательных технологиях, позволяющих осваивать обучающимися в процессе не только качественные теоретические знания, но и практические навыки, необходимые для дальнейшей эффективной работы.

Постоянно растущие квалификационные требования со стороны работодателей к уровню образования выпускников трактуют соответствующие требования к совершенствованию подготовки и переподготовки будущих кадров. Поэтому высшим учебным заведениям в первую очередь необходимо постоянно совершенствовать и актуализировать механизмы управления процессом обучения и использовать передовые информационные технологии в своей профессиональной деятельности. Современные компьютерные обучающие курсы являются ключевым звеном такого инновационного развития, развивая ключевые компетенции, необходимые в последующей профессиональной деятельности выпускников.

Все это свидетельствует о высоком качестве и востребованности компьютерных обучающих программ в современных вузах. Создание качественных систем дистанционного обучения является важной и острой задачей, отвечающей стремительно изменяющимся условиям развития рынка труда и всего общества в целом. Поэтому в настоящее время создание современных электронных обучающих программ, а также качественная и всесторонняя оценка их эффективности является одним из наиболее эффективных средств развития современной системы обучения и развития.

Список литературы

1. Сидоров В.А. Образование и подготовка кадров в условиях новой технической

реконструкции. - М.: Высш. шк., 2004. - 280 с.

2. Титарев Л.Г., Тихонов А.Н. Модели непрерывного профессионального образования на основе компетентностного подхода // Прикладная информатика. – 2006. – № 4. - С. 23-46.
3. Ромашкова О.Н., Орехова Е.В. Единая образовательная информационная среда организации и поддержки открытого и непрерывного образования // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер.: Информатизация образования. – 2016. – № 1. – С. 128-134.
4. Тельнов Ю.Ф., Гаспарян М.С., Диго С.М. и др. Реализация процессов учебно-методического обеспечения в интегрированном информационно-образовательном пространстве на основе сервисной архитектуры // Статистика и Экономика. - 2015. - № 1. - С. 198-205.
5. Тельнов Ю.Ф. Композиция сервисов и объектов знаний для формирования образовательных программ // Прикладная информатика. - 2014. - № 1 (49). - С. 75-81.
6. Дроздова А.А., Гусева А.И. Современные технологии дистанционного обучения в банковской сфере // Современные проблемы науки и образования. -2014. - № 5. - URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=14830> (дата обращения: 13.01.2018).
7. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
8. Guseva A.I., Kireev V.S., Silenko A.N. et al. Software Simulators for the Evaluation of Socio-Personal Competence for Certification Qualifications of University Graduates // 2017, Information Technologies in Education of the XXI Century (ITE-XXI), AIP Conf. Proc. 1797, 020003-1–020003-9; doi: 10.1063/1.4972423.
9. Саттарова О.Е., Ярыгина Т.И. Анализ затрат на обучение с использованием дистанционных технологий // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. - URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=14186> (дата обращения: 14.12.2017).
10. Дроздова А.А., Гусева А.И. Анализ применения электронных обучающих курсов в системе корпоративного обучения банковских сотрудников // Фундаментальные исследования. - 2014. - № 11-4. - С. 845-851.