

УДК 004.2

Еремина И.И.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ КВАЛИМЕТРИЧЕСКОГО ОЦЕНИВАНИЯ
РЕЗУЛЬТАТОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
КОМПЕТЕНТНОСТИ**

Набережночелнинский институт КФУ,

Республика Татарстан, г.Набережные Челны, д. 68/19 (1/18), 423812

Eremina I.I.

**SIMULATION OF THE PROBLEM OF QUALITATIVE ESTIMATION OF
RESULTS OF FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCE**

Kazan Federal University Naberezhnye Chelny Institute,

Republic of Tatarstan, Naberezhnye Chelny, 68/19 (1/18), 423812,

Аннотация. В статье представлен анализ результатов формирования профессиональной компетентности будущих ИТ-специалистов прикладной информатики в экономике в Набережночелнинском институте КФУ (НЧИ КФУ). В качестве методов проведенного исследования выбраны методы математического моделирования, основные положения математической статистики, методов оптимизации, аппарата многомерного шкалирования и квалиметрического оценивания, теории управления учебно-воспитательным процессом в вузе. Представляется комплексная имитационная модель формирования профессиональной компетентности будущих ИТ-специалистов прикладной информатики в экономике с учётом взаимодействия основных технологических процессов на основе технологии IDEF0 (методология функционального моделирования (IDEF=ICAM DEFinition), ICAM= Integrated Computer Aided Manufacturing); интегральные оценки эффективности функционирования системы формирования профессиональной компетентности будущих ИТ-специалистов прикладной информатики в

экономике, отличающиеся возможностью оценивания по нескольким показателям достаточности и обеспеченности анализируемой компетенции. В процессе анализа данных получены новые, имеющие научную и практическую важность результаты в области математического моделирования и образования – математические модели диагностики результатов формирования профессиональной компетентности.

Ключевые слова: компетентность, профессиональная компетенция, статистические методы, уровень сформированности профессиональной компетенции, квалиметрия, оценивание, методы математического моделирования, методы моделирования и прогнозирования временных рядов, адаптивные методы прогнозирования.

Abstract. The article presents the analysis of the results of formation of professional competence of future it specialists of applied Informatics in Economics, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan Federal University (KFU NCI). As methods of the conducted research selected methods of mathematical modeling, the basic provisions of mathematical statistics, optimization methods, multidimensional scaling and qualitative assessment of the theory of management of the educational process at the University. Presented by the comprehensive simulation model of formation of professional competence of future it specialists of applied Informatics in the economy taking into account the interaction of the basic technological processes on the basis of technology IDEF0 (functional modeling methodology (IDEF=ICAM DEFinition), ICAM= Integrated Computer Aided Manufacturing); integral estimation of efficiency of functioning of system of formation of professional competence of future it specialists of applied Informatics in the economy, characterized by the possibility of assessment on several indicators of adequacy and security of the analyzed competence. In the process of analyzing data obtained are new, having scientific and practical importance of the results in the field of mathematical modeling and education – mathematical model of the diagnostic results of formation of professional competence.

Key words: competence, professional competence, statistical methods, the level of formation of professional competence qualimetry, assessment, methods of mathematical modeling, methods for modeling and forecasting time series, adaptive forecasting methods.

Вступление.

В настоящее время в условиях рыночной экономики существенно возрастают требования работодателей, общества к уровню профессионализма специалистов социальной сферы, однако фактический уровень их профессиональной компетентности не всегда соответствует данным требованиям. В связи с этим актуален поиск новых путей совершенствования эффективности деятельности учреждений, реализующих программы ВПО, в направлении повышения качества профессиональной компетентности будущих ИТ-специалистов. Одним из таких путей является научное обоснование и реализация технологии квалиметрического оценивания в системе ВПО, в условиях компетентностного подхода.

Обзор литературы.

Переход России к инновационной рыночной экономике потребовал соответствующих изменений в системе высшего профессионального образования. При этом под профессиональными компетенциями в настоящей работе понимается способность ИТ-специалиста прикладной информатики в экономике решать определенные профессиональные задачи, заданные требованиями федеральных государственных образовательных (ФГОС) и рекомендациями отраслевых (профессиональных) стандартов, а также требованиями рынка труда. Рассматривая аспекты квалиметрического оценивания результатов формирования профессиональной компетентности будущих ИТ-специалистов прикладной информатики в экономике, отметим что основные проблемы связаны с формирования информационной базы исследований и отсутствием методики ее обработки. Решение этих проблем можно найти в теории математического моделирования, применении аппарата многомерного шкалирования и квалиметрического оценивания, а также

основных положений математической статистики. Так аналитика с помощью таких инструментов как S-критерий тенденций Джонкира, T-критерий Вилкоксона, Критерий Пирсона χ^2 , ϕ -критерий (угловое преобразование) Фишера и многих других статистических методов позволяют оценить достигнутый уровень сформированности профессиональной компетенции для ИТ-специалистов прикладной информатики в экономике.

Актуальность проблемы определяется недостаточной разработанностью методик оценивания уровня сформированности профессиональных компетенций ИТ-специалистов прикладной информатики в экономике.

Целью исследования является научное обоснование анализа результатов формирования профессиональной компетентности статистическими методами на примере направления 230700.62 Прикладная информатика в экономике в Набережночелнинском институте КФУ (НЧИ КФУ).

Решением одной из задачи исследования является построение комплексной имитационной модели формирования профессиональной компетентности будущих ИТ-специалистов прикладной информатики в экономике с учётом взаимодействия основных технологических процессов на основе технологии IDEF0 (методология функционального моделирования (IDEF=ICAM DEFinition), ICAM= IntegratedComputerAidedManufacturing).

Входные данные и методы. *(этот раздел только для научной статьи, для обзорной статьи – можно обозначить **Основной текст**).*

Для решения задачи данного исследования рассмотрим комплексную имитационную модель на основе стандарта IDEF0.

Применяя имитационную модель для отображения процесса формирования профессиональной компетентности будущих ИТ-специалистов прикладной информатики в экономике, получим результаты в виде диаграмм. Интерпретация полученных результатов моделирования имеет целью переход от информации, полученной в результате машинного эксперимента с моделью, к выводам, касающимся процесса формирования объекта-оригинала.

Представленный элементарный блок является функциональным элементом

системы, преобразующим входной поток данных в выходной при наличии управления и при помощи определённого механизма.

Элементарный блок является функциональным элементом системы, преобразующим входной поток данных в выходной при наличии управления и при помощи определённого механизма.

Для предлагаемой модели в качестве «работы» зададим процесс формирования профессиональных компетенций будущих ИТ-специалистов.

Входным потоком данных (Input), под которым в производственной сфере понимают материал (сырьё), перерабатываемый или преобразуемый работой, будет начальный уровень сформированности профессиональных компетенций будущего ИТ-специалиста.

Соответственно выходным потоком данных (Output-то, что производится работой) выступает требуемый уровень сформированности профессиональных компетенций выпускника.

В качестве механизма (Mechanism), выполняющего работу, выступает преподаватель, а в качестве ресурсов, необходимых для качественного выполнения работы, определим учебно-материальную базу учебного заведения.

Стрелка вызов (Call) предназначена для указания на другую модель работы.

Контекстная диаграмма модуля процесса формирования профессиональных компетенций будущих ИТ-специалистов прикладной информатики в экономике представлена на Рисунке 1.

Комплексная имитационная модель формирования профессиональной компетентности будущих ИТ-специалистов прикладной информатики в экономике представляет собой совокупность факторов:

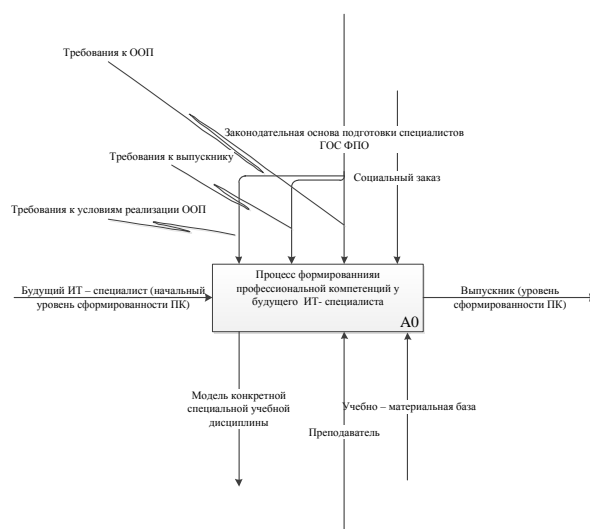


Рисунок 1. Контекстная диаграмма модуля процесса формирования профессиональных компетенций будущих ИТ-специалистов прикладной информатики в экономике.

Входной поток – баллы абитуриента ЕГЭ по информатике.

Выходной поток – уровень сформированности ПК по направлению 230700.62 Прикладная информатика в экономике. Профессиональные компетенции ИТ-специалиста, которые должны быть сформированы по окончании освоения образовательной программы на основе *нормативных документов* в области образования в России (Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», Федеральная целевая программа развития образования на 2011- 2015 годы, Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования и т. д.).

Исходя из вышеизложенной методологии стандарта IDEF0 одним из «механизмов», применяемых для формирования требуемого уровня профессиональных компетенций выступает профессорско-преподавательский состав, являющийся «*производственным персоналом*» (в технических терминах) в системе высшего профессионального образования.

В качестве ресурсов модели выступает *учебно-материальная база* вуза, которая представляет собой комплекс материальных и технических средств, обеспечивающих подготовку обучающихся по установленным специальностям и специализациям в соответствии с требованиями учебных планов, программ

учебной дисциплины и современной методики обучения.

Вызов другого модуля означает работу, которая будет выполняться за пределами моделируемой системы.

Формой представления исходной информации в данной работе служит «Карта компетенций» по направлению 230700.62 «Прикладная информатика в экономике» и оценки студентов за семестр, сгруппированные в отдельные профессиональные компетенции в соответствии с учебным планом направления 230700.62 «Прикладная информатика в экономике».

Карта компетенции является одним из вариантов создания систем качественной оценки профессиональных компетенций. Обратим внимание на макет таблицы «Карта компетенций».

Информационной базой является оценки студентов за семестр, сгруппированные в отдельные профессиональные компетенции в соответствии с учебным планом направления 230700.62 «Прикладная информатика в экономике». Для дальнейшего анализа результатов формирования профессиональной компетенции ИТ-специалистов прикладной информатики в экономике были спрогнозированы оценки по дисциплинам студентов, которые в будущем будут изучать эти дисциплины. Эти оценки получены на основе анализа изученных ранее студентом дисциплин. Спрогнозированные оценки в таблице отмечены синим цветом на рисунке 3.

Основная база, которая будет применяться для дальнейшего анализа результатов формирования профессиональных компетенций ИТ-специалистов прикладной информатики в экономике, является таблица, которая получена при использовании комплексного метода оценки уровня качества. Комплексный показатель компетентности выпускника определяется как совокупность показателей сформированности компетенций по дисциплинам.

Обозначим основные показатели:

- показатель $S_{ij} = P_{ij} \cdot V_{ij}$ - показатель уровня сформированности компетенций по j -ой дисциплине i -го цикла.

- P_{ij} - итоговая оценка полученная за семестр по дисциплине. Определяется

при прохождении выпускником тестирования по j -ой i -го блока дисциплине P_{ij} (0-100%);

- в зависимости от количества часов, отводимых ФГОС ВПО на изучение, i -му блоку присваивается определенный коэффициент весомости V_i (0-1.0), j -ой дисциплине i -го цикла- V_{ij} (0-1.0);

Модель, которая будет рассматриваться разрабатывалась на основании целостного, деятельностного, компетентностного и личностно ориентированного подходов. Проблема, связанная с анализом результатов формирования профессиональных компетенции будущих ИТ-специалистов, связана с *измерением результатов обучения, определением их качественных показателей, соотносением с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов и учебных программ.*

Данные, полученные при анализе результатов формирования профессиональных компетенции, часто *называют «нестрогими», подразумевая неоднозначность интерпретации полученных результатов.* Это не совсем верно. Ведь нестрогими оказываются результаты, не получившие достаточного обоснования и должной статистической обработки. Правильное и корректное применение статистических методов позволяет построить однозначные заключения об анализе результатов формирования профессиональной компетенции для ИТ-специалистов. Важную роль играют статистические методы при получении анализа результатов формирования профессиональной компетенции.

Основная сложность обращения к статистическим методам не математическая, основа многих из них вполне прозрачна и очевидна. Проблемой является обработка больших массивов информации, (как правило, числовых), что абсолютно невыносимо осуществлять их «вручную». Острота ситуации резко снижается, если будем использовать компьютеры. При этом можно пойти по пути *применения специализированных пакетов, предназначенных для обработки статистической информации (например, Stadia, SPSS, Statgraphics, Statistica и др.).*

Для анализа оценивания результатов формирования профессиональной компетенции в качестве данных были использованы оценки студентов за семестр, *сгруппированные в отдельные профессиональные компетенции в соответствии с учебным планом 230700.62 Прикладная информатика в экономике.*

Исходя из данных особенностей были определены математические методы и инструментальные средства исследования. К ним относятся: S-критерий тенденций Джонкира; T-критерий Вилкоксона; Критерий Пирсона χ^2 ; ϕ - критерий (угловое преобразование) Фишера; Коэффициент ранговой корреляции Спирмена r_s .

Далее более подробно рассмотрим один примеров - коэффициент ранговой корреляции Спирмена r_s . Метод ранговой корреляции Спирмена позволяет определить интенсивность, направление и значимость корреляционной связи между двумя признаками или двумя профилями (иерархиями) признаков.

Проверяемые гипотезы:

H_0 : Между сопоставляемыми признаками (иерархиями) значимая корреляция отсутствует.

H_1 : Корреляция между сопоставляемыми признаками (иерархиями) достоверно отличается от нуля.

Применение метода начинается с ранжирования в каждом из наборов признаков - в результате от первичных данных осуществляется переход к двум наборам рангов: $\{R_1\}$ и $\{R_2\}$. Далее вычисляется коэффициент ранговой корреляции r_s по формуле:

$$r_s = 1 - \frac{6 \cdot \sum_{i=1}^n (R_{1i} - R_{2i})^2}{n(n^2 - 1)} \quad (*)$$

Далее для имеющегося объема выборки n определяется критическое значение $(r_s)_{кр}$ (уровень значимости $p \leq 0,05$); в случае $(r_s)_{эксп} \geq (r_s)_{кр}$ принимается экспериментальная гипотеза.

Ограничения применимости метода Спирмена:

1) объем выборки, в которой производится сопоставление признаков, должен быть не менее 5; верхняя граница - 40 испытуемых (связана с ограниченностью таблицы критических значений);

2) по формуле (*) вычислять коэффициент ранговой корреляции можно только в тех случаях, если в каждом из наборов рангов нет совпадающих значений (или их количество мало); в случае, если это условие не выполняется, необходимо вносить поправку на одинаковые ранги - в этом случае расчет r_s производится следующим образом:

• вычисляются поправки на одинаковые ранги в совокупностях $\{R_1\}$ и $\{R_2\}$:

$$T_i = \frac{\sum_{j=1}^{k_1} m_{1j} (m_{1j}^2 - 1)}{12}, \quad T_i = \frac{\sum_{j=1}^{k_2} m_{2j} (m_{2j}^2 - 1)}{12} \quad (**)$$

где k_1 и k_2 - количество групп одинаковых рангов в наборах рангов 1 и 2, соответственно;

m_{1j} и m_{2j} - объемы каждой из групп одинаковых рангов в наборах 1 и 2;

• вычисляется r_s с поправкой:

$$r_s = 1 - \frac{6 \cdot \sum_{i=1}^n (R_{1i} - R_{2i})^2 + T_1 + T_2}{n(n^2 - 1)} \quad (***)$$

Рассмотрим пример – сопоставление двух наборов показателей в одной группе. Для одной группы студентов имеются оценки о государственном экзамене и защите дипломного проекта. Существует ли значимая корреляция между этими показателями? Проверяемые гипотезы:

H_0 : Значимая корреляция между показателями отсутствует.

H_1 : Имеется достоверная корреляция между показателями государственного экзамена и защиты дипломного проекта.

После вычисления квадратов разностей рангов для каждого студента, нашли сумму для столбца $(R_{1i} - R_{2i})^2$. Далее определили в каждом наборе группы одинаковых рангов – в первом это группы с рангами 2,7,13 и количествами значений в группах 3,7,5. Во втором наборе – группы с рангами 2,5;8;13,5 и

методов анализ тенденций временного ряда является использование скользящих средних. На рисунке 6 показан исходный ряд профессиональных компетенций. Далее переходим к сглаживанию временного ряда. В связи с тем, что рассматривается срок обучения 4 года для будущих ИТ-специалистов прикладной информатики в экономике, то логично будет выбрать значение сглаживания равным 4. Сопоставим уровни исходного уровня и сглаженного. В результате получаем большой разрыв между показателями уровней.

В пакете STATISTICA для построения линейного тренда можно воспользоваться как минимум двумя способами: графическим способом – с помощью опции построения графиков динамического ряда; аналитическим выравниванием – где используются средства модуля.

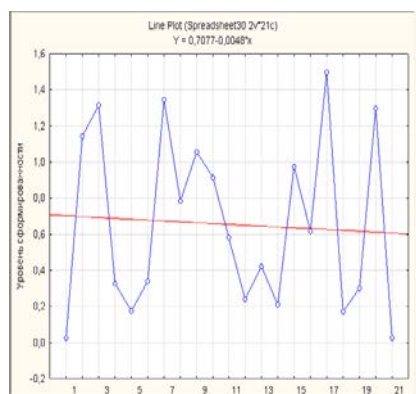


Рисунок 3. Динамика ряда профессиональных компетенций.

Применим первый способ построения линейного тренда в пакете. В результате получим график сформированных профессиональных компетенции и соответствующий линейный тренд. Согласно данным, приведенной на графике рисунка 6, в верхней части графика выводится уравнение линейного тренда. ($Y=0.7070-0.0048x$). Но этот метод не представляет информации о статистической значимости полученной модели и пригоден лишь в разведочном анализе. Переходим второму методу – построение тренда с помощью аналитического выравнивания. Прежде чем приступить к построению линейного необходимо сделать замечание, что t можно расставлять двойко, от начала ряда и от центра ряда. Для исходного ряда образуем новые переменные (времени) t_1 и t_2 . Строим тренд в форме полинома первой степени (прямая).

Выбираем в качестве зависимой переменной уровень сформированности ПК, а независимой переменной выступает момент времени от начала ряда t_1 .

Построим тренд в форме полинома первой степени (прямая). В качестве зависимой переменной выбран уровень сформированности ПК, а независимой переменной был выбран момент времени от начала ряда t_1 . Результаты тренда в форме полинома содержат оцененные параметры модели и основные показатели адекватности построения регрессии.

Результаты. Обсуждение и анализ. (этот раздел только для научной статьи, для обзорной статьи – продолжается основной текст без обозначения).

Пакет сразу сформировал таблицу, содержащую оценочные параметры модели и основные показатели адекватности построения регрессии.

Regression Summary for Dependent Variable: Уровень сформированности ПК						
R= ,08708915 R ² = ,00758452 Adjusted R ² = ----- F(1,19)= ,14521 p<,70739 Std. Error of estimate: ,49221						
N=21	Beta	Std. Err. of Beta	B	Std. Err. of B	t(19)	p-level
Intercept			0,702149	0,163643	4,290728	0,000395
t2	-0,087089	0,228544	-0,000298	0,000783	-0,381061	0,707386

Regression Summary for Dependent Variable: Уровень сформированности ПК						
R= ,06160944 R ² = ,00379572 Adjusted R ² = ----- F(1,19)= ,07239 p<,79078 Std. Error of estimate: ,49315						
N=21	Beta	Std. Err. of Beta	B	Std. Err. of B	t(19)	p-level
Intercept			0,707701	0,223152	3,171387	0,005026
t1	-0,061609	0,228980	-0,004782	0,017772	-0,269060	0,790783

Рисунок 4. Результаты оценивания регрессионной динамической модели с фиктивной переменной t_1 и t_2

Во втором столбце приведены β -коэффициенты, в третьем столбце указаны средняя ошибка β -коэффициентов. В четвертом столбце расположены параметры регрессионного уравнения, в пятом средняя ошибка параметров уравнения.

Переходим к выявлению и устранению автокорреляций. Представим графический метод выявления автокорреляций

Согласно данным, представленным на графике, не прослеживается тренда в отклонениях, соответственно можно предположить отсутствие автокорреляции.

Применим метод Теста Дарбина-Уотсона.

	Durbin-Watson d (Sheet1) and serial correlation of residuals	
	Durbin-Watson d	Serial Corr.
Estimate	2,142590	-0,170886

Рисунок 5. Таблица теста Дарбина-Уотсона

Так как коэффициент корреляции находится в пределах $0 \leq |r_{e_t, e_{t-1}}| \leq 1$.

Находим по таблице критических значений данной статистике при $n=21$ и $k=2$, нижняя граница $d_n=1,13$ и верхняя граница $d_v=1,54$ отсюда получаем, что фактическое значение попадает в зону $2 < DW < 4 - d_n$.

Применим тест серий Бреуша Годфри. Воспользуемся результатами оценки тренда - $\tilde{y}_t = a_0 + a_1 t^2$ найдем значения случайного члена ε_t . Результат вычисления автоматически выдает пакет STATISTICA 6.0. В связи с тем, что для реализации теста необходимо оценить уравнение $\varepsilon_t = \rho \varepsilon_{t-1} + u_t$, образуем новую переменную ε_{ut} . Далее производим сдвиг на один уровень вперед. После чего с помощью модули MultipleRegressions получим результаты оценки модели вида $\varepsilon_t = \rho \varepsilon_{t-1} + u_t$

Согласно результатам построения модели $\varepsilon_t = \rho \varepsilon_{t-1} + u_t$, параметр ρ получен статистически не значим, можно утверждать об отсутствии корреляций.

Multiple Regression Results		
Dependent: Residuals	Multiple R = ,17335274	F = ,5886623
	R ² = ,03005117	df = 1,19
No. of cases: 20	adjusted R ² = -,02099876	p = ,452366
	Standard error of estimate: ,460744561	
Residuals t-1 beta=-,17		
(significant betas are highlighted)		

Рисунок 6. Результат построения модели

Заключение и выводы.

Проверка эффективности технологии квалиметрического оценивания анализа результатов формирования профессиональных компетенции ИТ-специалистов прикладной информатики в экономике путем сопоставления результатов тестирования экспериментальной группы и оценок, полученных студентами по завершении изучения дисциплины показала, что показатель профессиональной компетентности отличается от среднего значения оценок рейтинга студента. Более того, он демонстрирует не текущие, а остаточные знания, которыми обладает выпускник на момент окончания вуза. Была проведена стандартизация оценочных средств, определение надежности и валидности технологии оценивания.

Опытно-экспериментальная работа по внедрению модели и технологии квалиметрического оценивания профессиональных компетенций позволила скорректировать содержание обучения по формированию профессиональных компетенции ИТ-специалистов прикладной информатики в экономике повысить мотивацию студентов и обеспечить объективное, валидное, ценностное уровневое представление результатов образовательной деятельности профессиональной подготовки студентов и выпускников. Эффективность результатов доказана статистическими методами обработки данных исследования.

Литература:

1. Байденко, В.И. Выявление состава компетенций выпускников вузов как необходимый этап проектирования ГОС ВПО нового поколения: Методическое пособие. — М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2009. 72 стр.
2. Берестенева, О.Г. Системные исследования и информационные технологии оценки компетентности студентов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. Томск, 2010.
3. Вербицкий, А.А. Инварианты профессионализма: проблемы

формирования/ А.А.Вербицкий, М.Д. Ильязова.- М.: Логос, 2011. -287с.

4. Гузанов, Б.Н. Организация планирования и контроля в процессе управления качеством обучения в системе высшего профессионального образования Текст. / Гузанов Л. Л., Кузина, В. В. Шушерин // Качество. Инновации. Образование. 2009. - № 8. - С. 2-8.

5. Еремина И.И., Калимуллина И.Ф., Степанова Ф.Г. Методические механизмы квалитетического оценивания эффективности подготовки ИТ-профессионалов в вузе (статья ВАК). – Научный журнал Фундаментальные исследования. 2015. № 2-13. С. 2949-2955.

6. Еремина И.И., Калимуллина И.Ф., Степанова Ф.Г. Ресурсное обеспечение учебного процесса ООП по направлению 230700.62 «Прикладная информатика» профиль «Прикладная информатика в экономике» (учебное пособие) (статья-аннотация). – Научный журнал Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 8-2. С. 282-283.

7. Еремина И.И., Методология оценки уровня сформированности информационно-коммуникационной компетентности будущих ИТ-профессионалов. (статья ВАК) / Научный журнал «Фундаментальные исследования». - 2013. - №10-10 - С. 2258-2264

8. Еремина И.И., Пимукова Л.А. Математическая модель опытно-экспериментальной проверки диагностической программы формирования информационно-коммуникационной и профессиональной компетентности будущих ИТ-профессионалов (статья ВАК). – Журнал «Вестник Казанского технологического университета». 2014. т.17. №4. С.290-295.

9. Питюков, В.Ю. Развитие творческой личности в процессе профессионального образования Текст. / В.Ю. Питюков // Среднее профессиональное образование. 2009. - №7. - С. 53-55.

Статья отправлена: 5.11.2015 г.

© Еремина И.И.