DOI: 10.17117/ns.2015.02.017

Поступила (Received): 13.03.2015

<http://ucom.ru/doc/ns.2015.02.017.pdf>

chelny@kpfu.ru

Еремина И.И., Степанова Ф.Г.
Анализ и прогнозирование качества
подготовки выпускников статистическими методами
(на примере направления подготовки 230700.62,
профиль Прикладная информатика
в экономике НЧИ КФУ)

Eremina I.I., Stepanova F.G.
Analysis and forecasting of quality of preparation of graduates
of statistical methods (for example in the areas of training
230700.62, the profile of Applied Informatics
in Economics, NCI KFU)

Вниманию читателей предлагается анализ методов оценки качества подготовки ИТ-специалистов в области экономики и рассматриваются методы математического моделирования во взаимосвязи с объектами управления учебно-воспитательным процессом в вузе. В статье приводятся доводы применения качественных методов для аналитического описания оценки качества подготовки ИТ-специалистов в области экономики, количественных критериев описания оценки качества подготовки ИТ-специалистов в области экономики, позволяющие получить данные о качестве академической подготовки в учебном заведении, выявлена трендово-факторная прогностическая модель описания оценки качества подготовки ИТ-специалистов в области экономики. Предложенная математическая модель качественной оценки уровня обученности, позволяет рассматривать методы математического моделирования во взаимосвязи с объектами управления учебно-воспитательного процесса в вузе в условиях не фиксированного количества исходных данных

Readers are invited to the methods for evaluation of quality of training of it specialists in the field of Economics and examines the methods of mathematical modeling in conjunction with the facilities management of the educational process at the University. The article presents a case application of qualitative methods for the analytical description of the assessment of quality of training of it specialists in Economics, a quantitative criterion description evaluation of the quality of training it professionals in the field of Economics that provides details about the quality of academic training in an educational institution, identified trendy-factorial predictive model for assessing the quality of training of it specialists in the field of Economics. Proposed mathematical model qualitative assessment of the level of training that allows us to consider methods of mathematical modeling in conjunction with the facilities management of the educational process in the University in terms not of a fixed amount of input data

Ключевые слова: квалиметрия, оценивание, модель

Key words: estimation, model

Еремина Ирина Ильинична

Кандидат педагогических наук, доцент
Казанский федеральный университет
Татарстан, г. Набережные Челны, 68/19(1/18)

Eremina Irina Ilinichna

Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor
Kazan (Volga) federal university
Tatarstan, Naberezhnye Chelny, 68/19(1/18)

Степанова Федосия Геннадьевна

Казанский федеральный университет
Татарстан, г. Набережные Челны, 68/19(1/18)

Stepanova Fedosia Gennadievna

Kazan (Volga) federal university
Tatarstan, Naberezhnye Chelny, 68/19(1/18)

Сегодня информационные ресурсы являются такими же ценными, как и материальные, а обработка и поддержание постоянно возрастающего объема ресурсов в актуальном состоянии возможно только с помощью информационно-коммуникационных технологий. В результате появляется потребность в подготовке специалистов в сфере информационно-коммуникационных технологий (ИТ-специалистов).

Успешность становления Российской экономики напрямую зависит от осуществления серьезных многофункциональных проектов, в реализации которых особую роль играют ИТ-специалисты, в том числе выпускники направлений «Прикладная информатика в экономике», «Информатика и вычислительная техника», «Бизнес-информатика», «Прикладная математика и информатика». Многие ученые и практики (О.Н. Граничин, В.И. Кияев, Ю.Л. Костюк, С.А. Немнюгин, В.А. Сухомлин и др.) отмечают, что результативность выполнения подобных проектов зависит от готовности будущего ИТ-специалиста к предстоящей профессиональной деятельности, а также включения их в самостоятельное решение проблемных задач. Необходимо отметить, что в Федеральном государственном образовательном стандарте высшее профессиональное образование (далее ФГОС ВПО) этой проблеме уделяется огромное внимание. Но на сегодняшний день отсутствуют конкретные рекомендации по развитию информационно-коммуникационной компетентности.

Рассматривая качество подготовки выпускников можно придерживаться двух подходов: рассмотреть, как сформированы профессиональные компетентности, либо оценить уровень обученности рассматриваемых выпускников. В данной работе мы будем констатировать, моделировать и анализировать уровень обученности выпускников экономического отделения, направления «Прикладная информатика в экономике».

В настоящее время предложено множество содержательных идей, касающихся самого понятия компетентности и методов ее оценки. Однако проблема измерения уровня компетенций (составляющих профессиональную компетентность), формируемых в процессе обучения, до сих пор не имеет общепризнанного решения ни в нашей стране, ни за рубежом. Это связано с тем, что сама задача измерения компетенции не может быть решена в рамках только педагогической науки. Она является частью более общей задачи оценки качества трудовых ресурсов как фактора, влияющего на процессы социально-экономического развития, и в ее решении должны участвовать и работодатели, и государственные органы управления, и общественные организации, представляющие все общество. Такая неоднородность субъектов, участвующих в оценке качества об-

разования, приводит к несогласованности предлагаемых методик и невозможности их системного применения. Следствием этого является отсутствие математических моделей для описания сложного и многогранного понятия «оценки качества», а также методологии измерения уровня качества подготовки студентов в ИТ-сфере. Предлагаемый авторами инструментарий позволит оценить качество профессиональной подготовки выпускников вуза и построить прогнозные оценки этого показателя для поступающих в вузы.

Основной целью исследования является анализ методов оценки качества подготовки ИТ-специалистов в области экономики и рассматриваются методы математического моделирования во взаимосвязи с объектами управления учебно-воспитательным процессом в вузе.

Перед авторами были поставлены следующие задачи:

- обосновать специфику применения квалиметрических методов для аналитического описания оценки качества подготовки ИТ-специалистов в области экономики;
- рассмотреть особенности методов математического моделирования, с целью обнаружения количественных критериев сравнительного анализа мониторинга учебно-воспитательного процесса в вузе;
- предложить количественные критерии описания оценки качества подготовки ИТ-специалистов в области экономики, позволяющие получить данные о качестве академической подготовки в учебном заведении;
- построить трендово-факторную прогностическую модель описания оценки качества подготовки ИТ-специалистов в области экономики;
- предложить математическую модель квалиметрического оценивания уровня обученности, позволяющую рассматривать методы математического моделирования во взаимосвязи с объектами управления учебно-воспитательного процесса в вузе в условиях не фиксированного количества исходных данных.

Сегодня все мировые державы признают, что ИТ-индустрия – одна из самых динамичных и перспективных отраслей экономики. Работа в этой среде, прорывные открытия могут также улучшить социальные и инвестиционные показатели страны. В связи с этим Министерство России намерено уделять большое внимание поддержке образования в области ИТ [3].

В наше время ИТ-образование в Российской Федерации оторвано от индустрии и не отвечает ее требованиям, комментирует Минкомсвязь России, поэтому предлагаются следующие пути решения данного вопроса:

- обновить систему образования в целом;
- вовлечь ИТ-компании в педагогический процесс;
- создать на базе российских научных организаций и вузов исследовательских центров мирового уровня, сфокусированных на прорывных исследованиях в области ИТ;
- создать на базе учебных заведений центров обучения и переподготовки в кооперации с заинтересованными компаниями.

Для ФГАОУ ВПО КФУ диагностика качества и прогнозирование качества выпускников стоит в приоритете, т.к. является государственной задачей.

Подготовка дипломированных бакалавров по основной образовательной программе (ООП) по направлению 230700.62 «Прикладная информатика» ведется в НЧИ ФГАОУ ВПО КФУ с 2011 года.

В Российской Федерации с 2012 года Рособрнадзором начал проводиться мониторинг эффективности деятельности вузов. Поскольку данный мониторинг начал проводиться значительно недавно, основные критерии, по которым оцениваются вуз, имеют место изменяться и дополняться: средний балл ЕГЭ зачисленных абитуриентов; объем средств, направленных на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в расчете на одного педагогического работника; удельный вес иностранных студентов в общей численности студентов вуза; доходы в расчете на одного педагогического работника; общая площадь учебно-научных помещений и инфраструктура в расчете на одного студента оценка трудоустройства выпускника на основе данных из Пенсионного фонда и прочие.

Для проведения нашего исследования использовались следующие математические методы статистической обработки результатов: общестатистические методы, временное прогнозирование, непараметрические статистические методы (Критерий Пирсона χ^2 , λ -критерий Колмогорова-Смирнова, ϕ -критерий (угловое преобразование) Фишера, коэффициент ранговой корреляции Спирмена r_s), параметрические статистические методы (t – критерий Стьюдента), регрессионно-корреляционный анализ.

В последнее десятилетие в мире в области оценки качества обучения наметились тенденции более широкого понимания образовательных достижений, к которым относят удовлетворенность обучаемых образовательным процессом, степень их участия в образовательном процессе. Как и любой целенаправленный процесс, взаимодействие преподавателей и студентов должно быть управляемо (специально организовано) и быть диагностируемо, т.е. иметь критерии и соответствующие методы оценки. Повышение объективности оценки образовательного процесса во многом связано с уровнем формализации знаний и их теоретическим обобщением. Значительные эвристические возможности в этом плане связаны с квалиметрическим подходом. Квалиметрия – научное направление, ориентированное на количественную оценку качества любых объектов. Основными компонентами квалиметрического подхода являются теория измерений, методы математической статистики и математическое моделирование. Применение квалиметрического подхода в образовании позволит оценить знания, умения, навыки и владения выпускников вузов.

Обозначим количественные критерии описания оценки качества подготовки ИТ-специалистов в области экономики, позволяющие получить данные о качестве академической подготовки в учебном заведении:

P_{ij} – показатель обученности/оценка, в зависимости от количества часов, отводимых ФГОС ВПО на изучение, i -му блоку присваивается определенный коэффициент весомости;

V_{ij} , показатель уровня академической подготовки по i -му блоку;

S_{ij} – итоговый показатель уровня академической подготовки выпускника инженерного вуза.

Обучение реализуемое в НЧИ КФУ по направлению Прикладная информатика в экономике предусматривает изучение основных теоретических задач информатики, обучение программированию, обучение способам разработки эффективных методов и средств осуществления информационных процессов. Дополнительно в рамках профиля студенты получают набор специальных знаний в области экономики и менеджмента, которые позволяют им квалифицированно заниматься и этими вопросами. Выпускники направления могут работать на предприятия любой отрасли экономики, в том числе – научно-исследовательских и производственных компаниях, консалтинговых структурах, ИТ-компаниях, органах государственного и муниципального управления и др. Сегодня выпускники НЧИ КФУ по направлению подготовки Прикладная информатика в экономике занимают должности ИТ-директора, руководителя проектов, системного аналитика, специалиста по разработке бизнес- и web-приложений, системного администратора.

С целью профориентационной работы и набора студентов, ежегодно в НЧИ КФУ на Экономическом отделении кафедра математических методов в экономике организует ряд мероприятий для абитуриентов направления 230700.62 «Прикладная информатика»: дни открытых дверей; тематические лекции; выездные дни открытых дверей факультета экономики; предметные олимпиады; подготовительные курсы.

В соответствии с Правилами приема в КФУ (утверждены Ученым советом, протокол от 27.12.2012 №10) прием и зачисление на направление подготовки 230700.62 «Прикладная информатика» осуществляется по результатам Единого государственного экзамена (ЕГЭ) или в результате победы на всероссийских олимпиадах.

Информационную базу исследования составили данные о качестве подготовки студентов бакалавров направления подготовки «Прикладная информатика» по профилю «Прикладная информатика в экономике» в НЧИ КФУ:

– календарный учебный график;

**Рис. 1. Календарный учебный график
в информационной системе «Студент»**

– учебный план;

Рис. 2. Учебный план направления подготовки «Прикладная информатика в экономике»

– сведения о местах проведения практик;
– ведомости успеваемости студентов по семестрам;

Рис. 3. Ведомости успеваемости студентов по семестрам

В информационной базе были учтены сведения об условиях реализации образовательной программы такие как:

- сведения о педагогических работниках, привлеченных к реализации образовательной программы;
- сведения об обеспеченности образовательного процесса оборудованными учебными кабинетами, объектами для проведения практических занятий, объектами физической культуры и спорта (включая открытые спортивные сооружения), специализированными площадками, базами практик по образовательной программе;
- сведения об учебно-методическом обеспечении образовательной программы;

The image displays four overlapping Excel spreadsheets, each representing a different semester of a student database. The spreadsheets are titled '4 курс', '3 курс', '2 курс (1)', and '2 курс (2)'. Each spreadsheet contains a list of student names in the first column and various numerical data points in subsequent columns, representing different metrics or scores over time. The data is organized in a structured manner, with rows corresponding to individual students and columns representing different data points.

Рис. 4. Сформированная база студентов в Microsoft Excel 4,3,2(1) и 2(2) курсов на основе ведомостей по семестрам

- сведения об электронной библиотеке;
- сведения о печатных и электронных образовательных и информационных ресурсах по образовательной программе.

Информационная база исследования содержит данные за четыре года (сентябрь 2011 по февраль 2015) (таблица 1). В исследовании участвуют студенты со второго по четвертый курс.

Наименование	Sij
Студент 1.1	3,657
Студент 1.2	3,333
Студент 1.3	3,353
Студент 1.4	4,054
Студент 1.5	3,010
Студент 1.6	3,554
Студент 1.7	3,853
Студент 1.8	3,172
Студент 1.9	4,034
Студент 1.10	4,059
Студент 1.11	3,000
Студент 1.12	3,990
Студент 1.13	3,397
Студент 1.14	4,255
Студент 1.15	3,015
Студент 1.16	3,407
Студент 1.17	2,593
Студент 1.18	2,804

Наименование	Sij
Студент 3.1	2,82609
Студент 3.2	3,8
Студент 3.3	3,73043
Студент 3.4	2,91304
Студент 3.5	3,12174
Студент 3.6	3,4087
Студент 3.7	3,73043
Студент 3.8	3,25217
Студент 3.9	2,6087
Студент 3.10	2,31304
Студент 3.11	3,22609
Студент 3.12	3,32174
Студент 3.13	2,96522
Студент 3.14	2,70435
Студент 3.15	2,96522
Студент 3.16	1,78261

Наименование	Sij
Студент 2.1 (1)	3,027
Студент 2.2 (1)	2,740
Студент 2.3 (1)	2,425
Студент 2.4 (1)	3,288
Студент 2.5 (1)	2,041
Студент 2.6 (1)	3,699
Студент 2.7 (1)	2,438
Студент 2.8 (1)	3,822
Студент 2.9 (1)	2,945
Студент 2.10 (1)	2,822
Студент 2.11 (1)	3,151
Студент 2.12 (1)	3,699
Студент 2.13 (1)	3,479
Студент 2.14 (1)	3,644
Студент 2.15 (1)	2,767
Студент 2.16 (1)	3,493
Студент 2.17 (1)	2,877
Студент 2.18	3,384
Студент 2.19	2,260

[illegible]

Принятые в таблице обозначения:

– S_{ij} – показатель уровня сформированности компетенций по j -ой дисциплине i -го цикла. $S_{ij} \in (2-5)$, где $S_{ij} = P_{ij} \cdot V_{ij}$,

– P_{ij} – оценка по дисциплине каждого студента $P_{ij} \in (2-5)$, V_{ij} – вес дисциплины.

Активное использование и развитие на кафедре математических методов в экономике современного оборудования, интерактивных форм обучения ведет к повышению качества образования, вовлечению студентов в научную деятельность, делает учебный процесс более увлекательным и насыщенным.

Таблица 5. Уровень академической подготовки выпускников четырех курсов

	name_stud	4kurs	3kurs	2kurs(1)	2kurs(2)
1	stud1	3,657	2,687	3,027	2,703
2	stud2	3,333	3,800	2,740	3,945
3	stud3	3,353	3,730	2,425	3,011
4	stud4	4,054	2,913	3,288	3,440
5	stud5	3,010	3,122	2,041	2,527
6	stud6	3,554	3,409	3,699	3,505
7	stud7	3,853	3,730	2,438	3,253
8	stud8	3,172	3,252	3,822	3,978
9	stud9	4,034	2,609	2,945	3,637
10	stud10	4,059	2,313	2,822	2,967
11	stud11	3,000	3,226	3,151	3,615
12	stud12	3,990	3,322	3,699	3,341
13	stud13	3,397	2,965	3,479	
14	stud14	4,255	2,704	3,644	
15	stud15	3,015	2,965	2,767	
16	stud16	3,407	1,783	3,493	
17	stud17	2,593		2,877	
18	stud18	2,804		3,384	
19	stud19			2,260

Рис. 5. Линейная модель студентов всех курсов

Для реализация задачи прогнозирования качества подготовки выпускников в среде «STATISTICA» авторами предлагаются количественные критерии описания оценки качества подготовки ИТ-специалистов в области экономики, позволяющие получить данные о качестве академической подготовки в учебном заведении. Обозначим основные показатели:

Обозначив количественные критерии формируем таблицу 5.

Анализируя информационную базу по уровню обученности была построена трендово-факторная прогностическая модель описания оценки качества подготовки ИТ-специалистов в области экономики.

Рис. 6. Линейная модель всех курсов с трендом

Рис. 7. Множественная регрессия

Рис. 8. Корреляционные графики для всех курсов

Partial Correlations (vsekurs)	
Marked correlations are significant at p < .05000	
N=12 (Casewise deletion of missing data)	
Variable	4kurs 3kurs
4kurs	1.00 -0.39
3kurs	-0.39 1.00

Рис. 9. Парная корреляция 4 и 3 курсов за исключением 2(1) и 2(2) курсов

Partial Correlations (vsekurs)	
Marked correlations are significant at p < .05000	
N=12 (Casewise deletion of missing data)	
Variable	2kurs(1) 2kurs(2)
2kurs(1)	1.00 0.64
2kurs(2)	0.64 1.00

Рис. 10. Парная корреляция 2(1) и 2(2) курсов за исключением 3 и 4 курсов

Рис. 10. показывает связь переменных 2 курс (1) и 2 курс (2), что говорит о необходимости дальнейшего анализа этих переменных

Построена математическая модель для всех четырех курсов.

Для примера предоставим математическую модель для второго курса:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{11}V_1 + P_{12}V_2 + P_{13}V_3 + P_{14}V_4 + P_{15}V_5 + P_{16}V_6 + P_{17}V_7 + P_{18}V_8 + \dots P_{1n}V_m \dots + P_{125}V_{25} = S_{11} \\ \dots \\ P_{121}V_1 + P_{122}V_2 + P_{123}V_3 + P_{124}V_4 + P_{125}V_5 + P_{126}V_6 + P_{127}V_7 + P_{128}V_8 + \dots P_{12n}V_m \dots + P_{1225}V_{25} = S_{121} \end{array} \right\}$$

Формула 1. Математическая модель для второго курса

Предложенное исследование находится на завершающем этапе обработки данных. В процессе апробации находится регрессионно-корреляционная модель, где рассматривается степень влияния факторов, представленных в информационной базе на уровень обученности студентов.

Рис. 11. Математическая модель в режиме формул

Список используемых источников:

- ### References:

1. Presidium meeting on economic modernization and innovative development of the country, which took place in the company "Yandex". URL: <http://servernews.ru/596962>
2. Samara A., Mikhailov A.P. *Mathematical modeling. Ideas. Methods.* M.: FIZMATLIT, 2012.
3. Litvinenko E.V. *Qualimetric approach to determining the quality of management of educational institution. Pedagogy.* 2009. № 10. P. 42-48.
4. Vasiliev V.I., Tyagunova T.N. *Basics kvalitologii and qualimetry education.* Moscow: Izd. Center EOI, 2011. P. 2804.
5. Dubcova M.M. *On the implementation of kvalimetriceskogo approach in solving the problem of estimation of educational achievements of students of the university. Prospects of science.* 2011. №5 (20). P. 9-11.
6. Eremina I.I. *Qualimetric approach evaluating the quality of academic training IT professionals in high school. Scientific discussion: questions of pedagogy and psychology.* №4 (25). M.: International Centre for Science and Education, 2014. P.137-139.
7. Careful E.V., Gentle V.I. *Mathematical methods of modeling economic systems.* M.: Finance and Statistics, 2013.

Анализ и прогнозирование качества подготовки выпускников статистическими методами (на примере направления подготовки 230700.62, профиль Прикладная информатика в экономике НЧИ КФУ)

Analysis and forecasting of quality of preparation of graduates of statistical methods (for example in the areas of training 230700.62, the profile of Applied Informatics in Economics, NCI KFU)