

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ ФОРМИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЕМЫХ

Молнина Е.В.¹, Молнин С.А.¹, Евстафьев С.Н.¹, Черняева Н.В.¹

¹Юргинский технологический институт (филиал) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Юрга, Россия (652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26), e-mail: molnina@list.ru

Исследована комплексная система формирования информационно-коммуникационных компетенций обучающихся (ИККО) кафедры информационных систем ЮТИ ТПУ. Назрела необходимость в разработке моделей и алгоритмов управления образовательным процессом на основе ИККО, учитывающих и реагирующих в реальном времени на вызовы времени. Сделан вывод, что, несмотря на динамичность и изменчивость процессов, протекающих в системе российского образования, есть возможность чёткой формулировки требований к уровню ИККО на каждом этапе обучения. Поставлена задача разработки алгоритма определения (изменения, корректировки) и оценки компетенций обучающихся всех уровней и категорий. Рассмотрена возможность внедрения моделей и алгоритмов управления образовательным процессом в информационную систему и структуру портала «Электронный IT-университет» как инструментов формирования компетенций по уровню подготовки.

Ключевые слова: информационно-коммуникационная компетентность, обучающиеся, электронный IT-университет, комплексная система, критерии оценки, модели и алгоритмы формирования компетенций.

RESEARCH OF THE MODELS AND ALGORITHMS OF FORMATION AND ESTIMATES OF INFORMATION AND COMMUNICATION COMPETENCES OF STUDENTS

Molnina E.V.¹, Molnin S.A.¹, Evstafev S.N.¹, Chernyaeva N.V.¹

¹Yurga Institute of Technology, TPU affiliate, Yurga, Russia (652055, Kemerovo region, Yurga, street Leningradskaya, 26), e-mail: molnina@list.ru

Investigated a comprehensive system of formation of information and communication competencies of students Department of Information Systems UTI TPU. Now it is necessary to develop models and algorithms to control training process. The latter are to be based on the integrated system of development of information and communication competence of students and to be adjusted to challenges. Though the processes taking place in the system of Russian education are developing and changing dynamically, it is possible to express requirements to the level of information and communication competence of students for all periods of training. An algorithm to determine (change, adjust) the competences of students of all levels and categories is needed. The algorithms of the information system and the structure of the portal "Electronic IT-University" as a tool formation competence by training level.

Keywords: information and communication competency, students, electronic IT-university, comprehensive system, evaluation criteria, models and algorithms formation of competencies.

Активное внедрение средств информационных и коммуникационных технологий в сферу образования является отличительной чертой современности. Сегодня от обучаемого требуется не только ориентироваться в информационных потоках, но и критически их осмысливать, качественно перерабатывать на основе собственных ценностно-смысловых ориентаций.

Под информационно-коммуникационной компетенцией (ИКК) понимаются компетенции, относящиеся к сфере использования информационных и коммуникационных технологий (ИКТ). Основным показателем информационной компетентности личности является

способность добыть информацию, переработать её в выводы, аргументированно представить полученный вывод.

В [1] представлен опыт кафедры информационных систем ЮТИ ТПУ по реализации интегрированной инновационно ориентированной траектории подготовки ИТ-специалиста и комплексной системы формирования информационно-коммуникационной компетентности обучающихся (далее ИККО) по направлению «Прикладная информатика». Большой интерес представляет опыт кафедры информационных систем ЮТИ ТПУ в плане реализации компетентностного подхода по уровню подготовки. В [1-3] рассмотрены результаты решения задачи по трансформации интегрированной инновационно ориентированной траектории в комплексную систему формирования ИККО.

Формирование компетенций в комплексной системе ИККО осуществляется на протяжении пяти этапов: общеобразовательный (базовый уровень владения ИКК учащегося среднего и средне-профессионального учебного заведения, слушателя семинара или курсов по ДО); вводный (1, 2 курсы бакалавриата, технологический уровень владения ИКК); профессионально ориентированный (3, 4 курсы бакалавриата, профессиональный уровень владения ИКК); аналитический (1, 2 курсы магистратуры, технологический и профессиональный уровни владения ИКК); повышение квалификации (слушатели курсов ДО, технологический и профессиональный уровни владения ИКК).

Постановка задачи

В связи с накопленным опытом кафедры ИС назрела необходимость в разработке моделей и алгоритмов управления образовательным процессом на основе комплексной системы формирования ИККО, учитывающих и реагирующих в реальном времени на вызовы времени по:

- повышению требований к уровню подготовки абитуриентов;
- необходимости организации курсов выравнивания для абитуриентов как бакалавриата, так и магистратуры;
- изменению квалификационных требований ФГОС;
- учёту динамики роста научных достижений и развития ИКТ;
- повышению уровня требований работодателей и др.

Несмотря на динамичность и изменчивость процессов, протекающих в системе российского образования, есть возможность чёткой формулировки требований к уровню ИККО на каждом этапе обучения. Необходимы алгоритмы определения (изменения, корректировки) компетенций обучаемых всех уровней и категорий.

После определения набора компетенций и критериев их оценки в течение всего процесса обучения должны действовать алгоритмы оценки и самооценки результатов обучения. Для

достижения цели и планируемых результатов обучения в алгоритмах управления образовательным процессом должны быть учтены все сферы воздействия на обучаемого и их взаимодействие.

Необходимы механизмы:

1) установления соответствия между уровнем владения ИКК обучаемого и требованиями определённого этапа формирования ИКК комплексной системы (оценка компетенций обучаемых на входе, входной контроль).

Оценка соответствия уровня владения ИКК обучаемого требованиям определённого этапа формирования ИКК комплексной системы даст возможность выбора индивидуальной траектории обучения;

2) установления соответствия фактических результатов обучения уровню требований работодателей или уровню следующего этапа обучения, а также уровню развития ИКТ (оценка компетенций обучаемых на выходе, промежуточный или итоговый контроль).

Оценка соответствия фактических результатов обучения уровню требований дальнейшего этапа также даст основание для внесения изменений в саму систему и в образовательный процесс в целом;

3) установления соответствия между заложенным в комплексной системе формирования ИККО уровнем владения ИКК каждого этапа и требованиями «внешней среды».

Наиболее высокого результата можно добиться только тогда, когда все перечисленные выше механизмы и этапы формирования ИККО являются частью одной комплексной системы.

Определив требуемый уровень компетенций и ограничив временные рамки сроками обучения, задав границы (в терминологии математики) для получения желаемого результата и выделив все его составляющие, можно описать каждый этап и систему в целом с помощью методов системного анализа. Для повышения эффективности результатов обучения необходимо определить правила корректировки образовательного процесса по причине возникающих внутренних и внешних вызовов, учитывающие определённый уровень компетенций обучающихся и время их освоения. Это позволит распределить ресурсы образовательного учреждения (подразделения) во времени наиболее оптимально [4].

Исследование моделей и алгоритмов формирования и оценки ИКК

Для определения моделей и алгоритмов управления данными процессами рассмотрены следующие подходы.

1. Алгоритмы обработки информации в задачах оценивания качества обучения студентов вуза на основе экспертно-статистических методов.

2. Системные исследования и информационные технологии оценки компетентности студентов: системные аспекты компетентности студентов и её измерение; разработка инструментария для измерения и оценки компетентности по результатам тестирования и экспертного оценивания; технология выявления скрытых закономерностей в структуре компетентности; разработка интегральных показателей и критериев оценки компетентности и формирования рейтинга студентов; применение классификационных моделей в задачах исследования диагностики и прогнозирования компетентности; компьютерные системы оценки компетентности студентов и выпускников технического университета.

На основе анализа литературных источников установлено, что важную роль в системном анализе играют классификационные модели. Задачи, решаемые на основе таких моделей, подразделяются на задачи идентификации объекта в соответствии с имеющимися классами и задачи кластеризации.

Рассмотрены возможности и особенности решения обоих типов задач в рамках системных исследований компетентности. Для решения задач диагностики и прогнозирования информационно-коммуникационной компетентности были выбраны следующие методы: регрессионные модели, дискриминантный анализ, неоднородная последовательная процедура распознавания. Далее необходимо разработать алгоритм преобразования пространства исходных признаков для построения классификационных моделей в случае использования разнотипных данных, схему формирования решающих правил на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания, которая позволяет повысить качество распознавания по сравнению с общепринятой схемой решения подобных задач.

В результате разработки алгоритмов и построения прогностических моделей должны быть решены следующие практические задачи:

- 1) прогнозирование ИКК (регрессионная модель);
- 2) прогнозирование стиля и траектории учебной деятельности на основе дискриминантного анализа;
- 3) диагностика ИКК на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания.

Необходимо выявить информативные показатели для формирования ИК-компетентности обучаемых технического вуза и сформулировать решающие правила на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания для прогнозирования развития данного вида компетентности.

В настоящее время для оценки состояния объектов или процессов в различных областях знаний широко используются разного рода интегральные показатели, основное назначение

которых – дать комплексную оценку выбранных характеристик объекта. Такие показатели просты в применении и служат своего рода индикаторами, так как их отклонения от некоторых заданных значений свидетельствуют об изменении состояния объекта и предполагают его дальнейший анализ. Чувствительность показателя к изменениям состояния объекта на различных уровнях его иерархической структуры напрямую связана с выбором уровня декомпозиции объекта, на основе которого строятся интегральные показатели.

Любой интегральный показатель суммирует все локальные показатели в какой-то области (временной, пространственной, ситуационной). В свою очередь, локальные оценки - это любые количественные оценки, которые делаются на основе однократных измерений в одной точке: будь то определённый момент времени, точка в геометрическом пространстве или точка в пространстве состояний.

Существуют различные методы и подходы в зависимости от особенностей решаемой задачи. В качестве базовых рассмотрены модели квалиметрии (Селезнева Н.А., Субетто А.И.), методы получения интегральных оценок состояния организма человека (Баевский Р.М., Новосельцев В.Н., Казначеев В.П., Айдаралиев А.А., Кобринский Б.А.) и интегральных критериев профессиональной готовности (Коваленко А.В.) и профпригодности (Фрумкин А.А.) [5].

Основная модель факторного анализа записывается следующей системой равенств [6]:

$$x_i = \sum_{j=1}^m l_{ij} f_j + \varepsilon_i; \quad i = \overline{1, p}; \quad m \leq p.$$

Т.е. полагается, что значения каждого признака x_i могут быть выражены суммой простых факторов f_j , количество которых меньше числа исходных признаков, и остаточным членом ε_i , с дисперсией $\sigma^2(\varepsilon_i)$, действующей только на x_i , который называют *специфическим фактором*.

Коэффициенты l_{ij} называются нагрузкой i -й переменной на j -й фактор, или *нагрузкой j -го фактора на i -ю переменную*. Максимально возможное количество факторов m при заданном числе признаков p определяется неравенством $(p + m) \leq (p - m)^2$, которое должно выполняться, чтобы задача не вырождалась в тривиальную.

На основе анализа основных типов методов свертывания, используемых в моделях квалиметрии, предлагается использовать методы, наиболее подходящие для формирования интегральных показателей и критериев оценки компетентности. Интегральные оценки можно разделить на 4 вида в соответствии с используемым типом свертки.

Изучены следующие критерии оценки формирования информационной компетентности обучаемых.

1. Формализованные критерии в виде факторных моделей – функциональное свертывание $\bar{\mu} = f(\mu_1, \dots, \mu_2)$.
2. Функции соответствия в виде свертки функций принадлежности – сепарабельное свертывание $\bar{\mu} = \sum l(\lambda_i)\varphi(\mu_i)$.

Первые два вида интегральных показателей используются для оценки личностных и деловых качеств.

3. Обобщенная свертка в виде линейной регрессии – аддитивная свертка (используется для оценки интеллектуального потенциала) $\bar{\mu} = \sum \lambda_i \mu_i$.

4. Интегральные критерии в виде продукционных моделей. Используются интегральные критерии профессиональной пригодности для различных специальностей и направлений технического университета. Приведенные критерии могут быть как использованы для решения прикладных задач, связанных с оценкой компетентности обучаемых (например, формирование рейтинга), так и входить в состав решающих правил для диагностики компетентности.

Использование факторных моделей для формирования интегральных критериев оценки личностных качеств было предложено еще С.А. Айвазяном [7]. Широкий интерес к приложению методов факторного анализа связан с тем, что эти методы позволяют решать задачу построения той или иной схемы классификации, т.е. компактного содержательного описания исследуемого явления на основе обработки больших информационных массивов.

Технологический инструмент для практической реализации моделей и алгоритмов

Модели и алгоритмы формирования информационно-коммуникационной компетентности обучаемых по уровню подготовки могут быть практически реализованы в информационной системе для автоматизации деятельности подразделений вуза. На данный момент принято решение о разработке информационной системы, поддерживаемой работой портала «Электронный IT-университет» [3; 8]. Информационная система, поддерживаемая работой портала «Электронный IT-университет», обеспечит более содержательное наполнение контента портала, более эффективную технологию обработки информации, что повлечет за собой повышение эффективности управления образовательным процессом в целом.

Вывод

Теоретическая и практическая ценность исследования состоит в построении эффективной структуры информационной системы формирования ИККО на основе формализованного анализа информационных процессов в виде моделей и алгоритмов, заложенных в работе каждой структуры портала «Электронный IT-университет», программно реализованной методики оценки соответствия реальных компетенций обучаемых конкретным требованиям,

в разработке компетентностной модели специалиста и алгоритма ее корректировки с учетом текущих требований работодателей и др. [9; 10].

Список литературы

1. Захарова А.А., Чернышева Т.Ю., Молнина Е.В. Интегрированная траектория формирования компетенций будущего IT-специалиста // Профессиональное образование в России и за рубежом. - 2013 - № 3 (11). - С. 92-99.
2. Захарова А.А., Чернышева Т.Ю., Молнина Е.В. Реализация ООП магистратуры «Прикладная информатика в аналитической экономике» в ЮТИ ТПУ [Электронный ресурс] // Уровневая подготовка специалистов: государственные и международные стандарты инженерного образования : сборник трудов научно-методической конференции (Томск, 26-30 марта 2013). – Томск : ТПУ, 2013. - С. 81-83. - Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2013/C09/C09.pdf> [8029-2013].
3. Молнина Е.В., Молнин С.А., Картуков К.С. Реализация комплексной системы формирования информационно-коммуникационной компетентности обучающихся через IT-университет // В мире научных открытий. – 2013. - № 11.7 (47). - С. 120-124.
4. Ризен Ю.С., Захарова А.А., Минин М.Г. Модель подготовки выпускника вуза и повышение эффективности применения образовательных технологий [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.problem-info.ru/2012-5/35.pdf> (дата обращения: 23.03.14).
5. Берестнева О.Г. Системные исследования и информационные технологии оценки компетентности студентов : дис. ... к.т.н / ТПУ. - Томск, 2007.
6. Дюк В.А. Компьютерная психодиагностика. – СПб. : Питер, 1994. – 364 с.
7. Айвазян С.А., Бежаев З.И., Староверов О.В. Классификация многомерных наблюдений. – М. : Статистика, 1974. – 240 с.
8. Молнина Е.В., Молнин С.А. IT-университет – эффективный способ реализации комплексной системы формирования информационно-коммуникационной компетентности обучающихся // Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее : материалы 2-й международной НПК школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых / Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во ТПУ, 2013. – Т. 3. - С. 50-53.
9. Молнин С.А. Выбор систем, моделей и алгоритмов формирования информационно-коммуникационной компетентности обучаемых // Современные технологии поддержки принятия решений в экономике : сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Юргинский технологический институт. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – С. 79-83.

10. Молнина Е.В., Молнин С.А. Анализ систем, моделей и алгоритмов формирования информационно-коммуникационной компетентности обучаемых // Инновационные технологии и экономика в машиностроении : сборник трудов V МНПК в 2-х т. – Юрга: ЮТИ ТПУ, 2014. - Т. 2. – С. 87-92.

Рецензенты:

Мицель А.А., д.т.н., профессор кафедры автоматизированных систем управления Томского университета систем управления и радиоэлектроники, г. Томск.

Сапожков С.Б., д.т.н., профессор кафедры естественно-научного образования Юргинского технологического института (филиала) Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Юрга.