

УДК 004.9:378.1

М.С. МАЗОРЧУК, В.С. ДОБРЯК, К.А. ГОНЧАРОВА

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина***РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ**

В статье предложена информационно-аналитическая система для оценки комплексного показателя качества подготовки студента в высшем учебном заведении. Рассмотрена система показателей, отображающих процесс подготовки специалиста в техническом вузе, предложены методы для получения комплексных оценок качества по различным направлениям подготовки специалистов, разработаны алгоритмические модели для расчета основных показателей. Разработанная информационно-аналитическая система оценки качества уровня образования позволит не только контролировать текущий уровень подготовки специалистов, но и выявлять «узкие места» в процессе подготовки специалистов.

Ключевые слова: информационно-аналитическая система, качество образования, нечеткая логика, факторный анализ, линейное ранжирование.

Введение

Образование является важнейшей сферой социальной жизни. Именно образование формирует интеллектуальное, культурное, духовное состояние общества. Ликвидация государственного распределения выпускников высшей школы, неустойчивость рынка труда, сокращение государственного финансирования образовательной и научной деятельности – все эти факторы делают проблему подготовки конкурентоспособного специалиста одной из приоритетных.

Вместе с тем, вопросы оценки качества подготовки будущих специалистов, способствующие формированию их конкурентоспособности, остаются малоисследованными.

Можно выделить основные проблемы оценки качества подготовки специалистов в техническом ВУЗе:

1. Несоответствие подготовки специалиста требованиям рынка.
2. Отсутствие единой системы численных показателей оценки качества подготовки специалиста.
3. Подходы и методы не адаптированы к изменяющимся условиям рынка.
4. Отсутствие единого подхода к управлению качеством подготовки специалистов в техническом вузе.

Разработанные к настоящему времени системы (в том числе и автоматизированные) ориентированы, как правило, на решение задачи оценки и прогнозирования успеваемости студентов в конкретном вузе. Анализ работ в данном направлении показывает, что применяемые методы и алгоритмы контроля

и оценки качества образовательной деятельности направлены на решение узкоспециализированных задач [1 – 5]. При этом, до настоящего времени не разработана и не утверждена единая научно обоснованная система показателей качества подготовки специалистов, поскольку необходимо учитывать множество разнородных факторов, которые, к тому же, часто трудно оценить.

Таким образом, несмотря на результаты, достигнутые в этой области, весьма важными являются работы как по созданию новых, так и по развитию существующих систем оценки и контроля качества образовательной деятельности, позволяющих решать более сложные задачи на базе современной вычислительной техники.

В связи с тем, что оценка уровня качества получаемых студентом знаний является сложной многокритериальной задачей, требующей современных методов решения, существует необходимость разработки информационно-аналитической системы, которая позволила бы оперативно и качественно получать наиболее полную информацию о состоянии образовательного процесса, и оценивать качество подготовки студента.

1. Постановка задачи исследования

Целью задачи исследования является разработка информационно-аналитической системы контроля и оценки качества подготовки специалистов в техническом вузе.

Объектом исследования является процесс подготовки студента в вузе с учетом множества различных факторов внутренней и внешней среды.

Предметом исследования являются методы и модели оценки качества подготовки специалиста.

Основные задачи исследования следующие:

1. Разработать единую систему оценочных показателей качества подготовки специалистов.
2. Разработать математическую и алгоритмическую модели контроля и оценки качества.
3. Разработать информационно-аналитическую систему оценки качества подготовки специалиста в техническом вузе, с учетом множества различных факторов.

2. Решение поставленной задачи

На первом этапе необходимо определиться с понятием «качество образования». В современной науке существует целый ряд определений качества [6,7]. В данной работе под «качеством образования» будем понимать степень достижения заданного уровня обученности (подготовленности) студента, связанного с формированием определенных знаний, умений и навыков для его дальнейшей успешной профессиональной деятельности.

Основными объектами системы высшего образования являются студенты и преподаватели, которые могут быть описаны системой параметров, характеризующих их основную деятельность. В качестве субъектов, оказывающих влияние на уровень подготовки специалиста в вузе необходимо рассматривать инфраструктуру вуза, программы и стандарты обучения, структуру управления вузом, процесс образования.

Рассматривая студента, как объект обучения, необходимо учитывать ряд разнородных факторов, влияющих на качество подготовки специалиста, начиная от индивидуальных психологических особенностей и заканчивая социальными (желание получить высшее образование, уровень начальных знаний, способности к обучению, умение общаться и т.д.). Преподаватель, как объект, передающий знания, умения и навыки, также характеризуется рядом параметров, которые определяют уровень подготовки специалистов. К ним можно отнести умение заинтересовать студента, умения правильно передать информацию, быть квалифицированным специалистом в своей области знаний и другие.

К качеству субъектов образования можно отнести качество образовательных программ, уровень преподавания и управления, инфраструктуру вуза. К качеству процессов образования можно отнести: эффективность распределения ресурсов, качество учебно-методической и материально-технической баз, кадровый потенциал и другое.

Оценка качества образования должна базироваться на измерении комплекса показателей, которые отображают все составляющие процесса обра-

зования: его объектов, субъектов и непосредственно процесса подготовки специалистов.

Математически комплексную оценку качества подготовки специалиста можно представить в виде зависимости:

$$Y = f(U), \quad (2.1)$$

где U – множество значений входа;

Y – множество значений выходов (оценка качества подготовки студента);

f – некоторая функция.

Множество значений входа можно представить в виде:

$$U = \{O, S, P\}, \quad (2.2)$$

где O, S, P – множества параметров объекта, субъекта и процессов, оказывающих влияние на процесс подготовки специалистов, элементы которых принимают значения из конечных числовых множеств O, S, P соответственно.

Исходя из подхода к пониманию качества образования, все факторы, влияющие на комплексный показатель, можно разделить на внешние и внутренние. К внешним факторам относятся: научно-педагогический состав, учебно-методическая и материальная базы, наличие аспирантуры, способность ВУЗа обеспечить трудоустройство, мотивация студентов и другие. Оценка этих факторов – отдельная задача, которая не решается в рамках данной работы. При получении комплексного показателя эти факторы учитываются благодаря имеющимся данным по рейтингам вузов Украины, которые и отображают это множество внешних параметров деятельности вуза.

К внутренним факторам можно отнести профессиональную компетентность конкретного студента (его уровень знаний, профессиональные умения и навыки) и личные качества (уровень самооценки и коммуникативной культуры, стремление к профессиональному росту). Эти факторы можно оценить с помощью известных статистических методов сбора и анализа данных.

Каждому из факторов можно привести в соответствие множество оценочных показателей, определить их тип (качественный или количественный показатель) и шкалу измерения (табл. 1).

Для оценки результирующих показателей множества

$$O = \{o_{ij} : o_{ij} \in O, \forall o_{ij} > 0\}, \quad i = 1..N, j = 1..M,$$

где o_{ij} – значение i -го показателя качества для j -го специалиста, N – количество специалистов, M – количество показателей, которые отражают общий уровень успеваемости студентов по всем предметам и профессиональную компетентность целесообразно использовать метод линейного ранжирования (для

Таблица 1

Классификация оценочных показателей

Тип	Шкала измерения	Показатель
Количественные	Метрическая	Показатель уровня успеваемости (средний балл, качественная и абсолютная успеваемость)
		Показатель А (отражающий активность по основным направлениям деятельности)
		Показатель П (отражающий квалификационный потенциал факультета)
Качественные	Порядковая В порядковой шкале числа используются не только для различения объектов, но и для установления порядка между объектами: <, >, =.	Региональный рейтинговый балл ВУЗа
		Рейтинговый балл ВУЗа по Украине
		Рейтинговый балл ВУЗа инженерно-технических специальностей
		Рейтинговый балл ВУЗа IT специальностей
		Текущий и предыдущий рейтинговый балл студента
		Уровень коммуникативной культуры студента
		Стремление к профессиональному росту
Уровень самооценки специалиста-выпускника		

получения стандартизированных значений оценок по каждой группе показателей) и факторный анализ на основе метода главных компонент (для сокращения числа имеющихся факторов и отображения динамики изменения уровня качества).

Показатели, отражающие деятельность научно-педагогического состава вуза, а именно множество

$$S = \{s_{ij} : s_{ij} \in S, \forall s_{ij} > 0\}, \quad i = 1..K, j = 1..L,$$

где s_{ij} – значение i -го показателя качества для j -го субъекта образования, K – количество преподавателей, L – количество показателей качества субъектов образования, оцениваются на основе методов социологического исследования и для комплексной оценки качества также являются входными параметрами, представленным в виде нечеткого числа от 1 до 100.

Множество

$$P = \{p_i : p_i \in P, \forall p_i > 0\}, \quad i = 1..N,$$

где p_i – значение i -го показателя качества вуза, N – количество показателей, отображает в целом процесс подготовки специалиста в вузе и представляется в виде рейтинговой оценки, которая также переводится в нечеткое число от 1 до 100.

3. Структура информационно-аналитической системы оценки качества подготовки специалиста

Структура информационно-аналитической системы оценки качества подготовки специалиста представлена на рис. 1. Основные модули системы следующие: модуль сбора данных, анализа данных и комплексной оценки качества образования. Модуль оценки качества делится на три подмодуля. В первом подмодуле, реализуется метод линейного ранжирования на основе результирующего критерия, с помощью которого рассчитывается рейтинг студен-

тов в рамках выбранной группы.

Во втором подмодуле реализован метод факторного анализа на основе главных компонент. В двухфакторной динамической модели показатели качества подготовки студентов представляются в виде вектора на плоскости факторов: профессиональные навыки и личные качества.

В третьем подмодуле, рассчитывается комплексная оценка качества, с помощью нечеткой экспертной системы, так как входные данные являются значениями нечетких множеств.

4. Алгоритмическая модель метода линейного ранжирования

Методика линейного ранжирования состоит из четырех этапов: отбор показателей, переход к безразмерным показателям, построение результирующего критерия, упорядочивание университетов в линейный список [8].

Рассмотрим алгоритм предложенного метода.

Этап 1. Отбор показателей. Определяются текущий и предыдущий рейтинг студента, его средний балл, средний балл по профилирующим дисциплинам, рассчитываются по специальным тестам оценка коммуникативной культуры и стремления к профессиональному росту, уровень самооценки.

Этап 2. Шкалирование показателей. Перевод показателей в безразмерные величины, осуществляется по формуле:

$$\bar{a}_{ik} = \left(\frac{a_{ik} - a_k^{\min}}{a_k^{\max} - a_k^{\min}} \right), \quad (4.1)$$

где a_k^{\max} , a_k^{\min} – максимальное и минимальное значение k -го показателя.

Этап 3. Построение результирующего критерия, как некоторой функции свертки шкалированных показателей, осуществляется с помощью

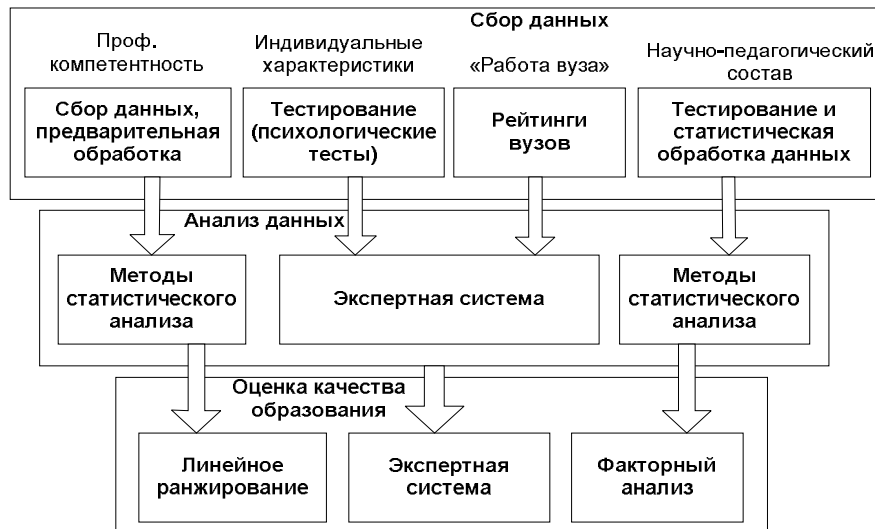


Рис. 1. Структура информационно-аналитической системы комплексной оценки качества образования

сепарабельной функции следующего вида:

$$F_i(i) = \sum_{j=1}^m f(a_{ij}), \quad (4.2)$$

где f – некоторая возрастающая функция;

a_{ij} – значение i -го показателя j -го критерия;

m – количество критериев.

Для примера, в данной статье использовалась линейная функция, с суммой весов, равной 1, т. е. вес каждого критерия есть его доля в общем критерии:

$$F(i) = \sum_{j=1}^m C_j a_{ij}, \quad (4.3)$$

где C_j – вес критерия j .

Этап 4. Линейное упорядочение специалистов в зависимости от значения результирующего критерия.

Описанный метод позволяет определить положение (ранг) студента внутри группы, учитывая не только профессиональные навыки, но и личные качества.

5. Модель оценки качества подготовки специалиста на основе факторного анализа

Факторный анализ – это метод выявления гипотетических факторов, которые оказывают существенное влияние на некоторые результирующие переменные (главные компоненты), при этом предполагается, что наблюдаемые переменные являются линейной комбинацией этих факторов [8,9].

Метод двухфакторного анализа удобно применять для анализа динамики развития какого-либо объекта.

Первый этап методики требует свертки показателей, характеризующих знания, умения и навыки студентов к меньшему числу некоторых факторов [10]. Исходные переменные X_i (наблюдаемые значения каждого из признаков) выражаются через линейную комбинацию факторных нагрузок a_{ij} и факторов F_j :

$$X_i = \sum_{j=1}^m a_{ij} F_j, \quad (5.1)$$

где X – матрица исходных данных, размерностью $n \times m$;

n – число объектов наблюдения (количество студентов),

m – число элементарных аналитических признаков (оцениваемые показатели).

На втором этапе методики по исходным данным рассчитывается корреляционная матрица, затем производится её ортогональное преобразование и посредством этого определяются факторные нагрузки a_{ij} для всех m признаков и n факторов (строится матрица факторных нагрузок), рассчитываются собственные значения λ_i и веса факторов. Вес фактора отражает долю в общей дисперсии вносимую данным фактором, и эта доля выражается в процентах, т.е.:

$$\left(\frac{a_{ij}^2}{\sum_j a_{ij}^2} \right) \times 100\%. \quad (5.2)$$

Поскольку переход осуществляется к системе из двух факторов, то из матрицы факторных нагрузок выбираются два столбца с максимальным вкладом.

Таким образом, полученная матрица F будет являться матрицей значений главных компонент.

На следующем этапе полученную факторную матрицу вращают путем умножения её на матрицу поворота T , пока не выполнится условие «варимакса»: дисперсия квадратов нагрузок фактора для каждого признака должна быть минимальна. Матрица T имеет вид:

$$T = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \quad (5.3)$$

где α – значение угла поворота.

Новая матрица $F_{\text{пов}}$ является матрицей оптимальных весов. Умножив исходную матрицу X на матрицу оптимальных весов, получаем окончательную матрицу, показывающую расположение студентов в новой системе координат.

Рассмотренная модель позволяет оценивать динамику развития профессиональных и личностных качеств студентов.

6. Модель расчета комплексной оценки качества образования

Комплексная оценка качества подготовки специалиста рассматривается как нечеткое треугольное число, которое изменится в зависимости от таких параметров как оценка научно-педагогического состава, оценка профессиональных знаний студента, оценка работы ВУЗа.

Для расчета используется нечеткая экспертная система. Основными лингвистическими переменными модели являются:

1. «Научно-педагогический состав» переменная изменяется в интервале от 1-100 единиц. Определяемые термы: низкий -1..30, средний – 28..70, высокий- 69..100.

2. «Работа вуза», переменная изменяется в интервале от 0-100 единиц. Определяемые термы: низкая -0..20, средняя – 18..70, высокая- 68..100.

3. «Подготовка студента», переменная изменяется в интервале от 0-100 единиц. Определяемые термы: низкая -0..30, средняя – 28..70, высокая- 60..100.

4. «Комплексная оценка качества», переменная изменяется в интервале от 1-100 единиц. Определяемые термы: очень низкая -0..10, низкая - 9..30, средняя – 27..70, высокая- 65..100.

Процесс построения нечетких моделей включает выбор функции принадлежности (этап фазсификации), механизма вывода решения (логический вывод и композиция) и этап приведения к четкости [11]. Для описания нечетких множеств использовались стандартные гауссовские функции принадлежности, обладающие большей гибкостью, чем остальные аналитические зависимости, такие как треугольная, трапециевидная и другие.

В данной модели нечеткий логический вывод организован по алгоритму Мамдани, а для приведения к четкости использовался центроидный метод. База знаний представлена нечеткими правилами. Для нечеткой экспертной системы комплексной оценки качества образования типа Мамдани было сформулировано 27 продукционных правил. Приведем пример некоторых правил:

1. П1: если «Подготовка студента» есть «низкая» и «Научно-педагогический состав» есть «низкий» и «Работа вуза» есть «низкая», тогда «Комплексная оценка качества» есть «низкая».

2. П2: если «Подготовка студента» есть «средняя» и «Научно-педагогический состав» есть «низкий» и «Работа вуза» есть «высокая», тогда «Комплексная оценка качества» есть «средняя».

3. П3: если «Подготовка студента» есть «средняя» и «Научно-педагогический состав» есть «низкий» и «Работа вуза» есть «высокая», тогда «Комплексная оценка качества» есть «средняя».

Данная модель была обучена и протестирована.

7. Результаты расчетов

В качестве исходных данных для моделирования использовались значения рейтингов Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ» [12], рейтинги студентов кафедры «Информатики» за 2008 и 2009 годы, данные о личных качествах студентов, полученные путём прохождения психологических тестов, средний балл каждого специалиста и другие.

Так для группы 345а, для исходных данных представленных в табл. 2, комплексная оценка группы составляет 32 единицы, что является средним значением для установленных нечетких множеств.

Таблица 2
Значения исходных данных модели

Исходные данные	Значение
Региональный рейтинговый балл «ХАИ» (1-100)	31
Рейтинговый балл «ХАИ» по Украине (1-100)	20
Рейтинговый балл «ХАИ» инженерно-технических специальностей (1-100)	15
Рейтинговый балл ВУЗа IT специальностей (1-100)	15
Научно-исследовательская активность(1-50)	7
Показатель А (отражающий активность по основным направлениям деятельности) (34-340)	76
Показатель П (отражающий квалификационный потенциал факультета)(0-3)	0,18

Также на основе результатов можно сделать выводы, что динамика развития знаний, умений и навыков группы студентов характеризуется положительной тенденцией развития. На основе данных

рассчитаны общий рейтинговый балл студента в группе (рис. 2), динамика развития (рис. 3) и комплексная оценка качества подготовки специалистов (рис. 4).

Фамилия	рейтинг
Агафонова	1
Гончарова	2
Грачёва	3
Дулина	4
Мазурина	5
Мартыненко	6
Семенихина	7
Рева	8

Рис.2. Рейтинговый балл студентов

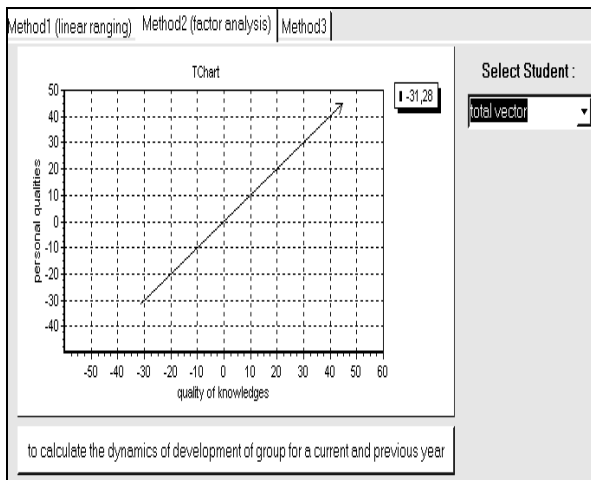


Рис. 3. Суммарный вектор по группе

Фамилия	балл
Агафонова	45
Алейников	22
Бушуй	9
Гончарова	45
Грачёва	33
Дикая	40

Рис. 4. Комплексная оценка качества образования

Заклучение

В данной статье представлены методы и модели, позволяющие решить частные задачи в рамках организационного управления высшими учебными заведениями. В работе предложена модель получения комплексного показателя качества на основе применения методов математического аппарата нечеткой логики, факторного анализа и линейного ранжирования. Данная модель, в отличие от существующих, позволяет учитывать множество разнородных факторов социальной среды.

Использование разработанной информационно-аналитической системы в вузах позволит оператив-

но контролировать и анализировать качество подготовки студентов, оценивать динамику развития, а выявлять различные негативные факторы, влияющие на качество образования.

Литература

1. Кондратьева С.И. Применение нейронных сетей в оценке качества образования / С.И. Кондратьева, И.Н. Мастяева // *Качество. Инновации. Образование.* – 2009. – № 7. – С. 11-15.
2. Белов В.А. Система оценки качества образования / В.А. Белов // *Высшее образование в России.* – 2002. – № 1. – С. 44-49.

3. Богомолов А.И. Прогнозирование успеваемости обучающихся по специальным дисциплинам на основе регрессионных уравнений / А.И. Богомолов, В.Н. Деркаченко, Т.А. Арюткина // Вестн. поволж. рег. Сер. Гуманитарные науки, Известия высших учебных заведений. – 2009. – № 1. – С. 124-132.
4. Арзамасцев А.А. Разработка экспертной системы для оценки профессиональных и личностных качеств студентов университета / А.А. Арзамасцев, Н.А. Зенкова, П.А. Азарова // Вестн. тамбовск. ун-та. Сер. Естественные и технические науки. – 2008. – Т. 13, № 1. – С. 90-91.
5. Берестнева О.Г. Компьютерная система принятия решений по результатам экспертного оценивания в задачах оценки качества образования / О.Г. Берестнева, О.В. Марухина // Образовательные технологии и общество. – 2002. – Т. 5, № 3. – С. 216-230.
6. Бордовский Г.А. Управление качеством образовательного процесса: моногр. / Г.А. Бордовский, А.А. Нестеров, С.Ю. Трапицын. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И.Герцена, 2001. – 91 с.
7. Поташиник М.М. Управление качеством образования / М.М. Поташиник, А.М. Моисеев // Народное образование. – 1999. – № 7–8. – С. 167-168.
8. Ковалев М. М. Модели рейтинга университетов / М.М. Ковалев, А.В. Козулин // Белорусский банковский бюллетень. – 2001. – № 23. – С. 18-38.
9. Вовк С.П. Модели детерминированного факторного анализа в экономике: учебн. пособие / С.П. Вовк. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. – 75 с.
10. Факторный анализ в геологии: учебн. пос. / А.И. Бахтин, Н.М. Низамутдинов, Н.М. Хасанова, Е.М. Нуриева; Мин-во общ. и проф. образования Рос. Федерации, Казан. гос. ун-т. – Казань: Казан. гос. ун-т, 2007. – 32 с.
11. Дьяконов В.П. Математические пакеты расширения MATLAB. Специальный справочник / В.П. Дьяконов, В.В. Круглов. – СПб.: Питер, 2001. – 480 с.
12. Студенческий портал Украины. Рейтинг ВУЗов: Лучшие ВУЗы Украины [Электронный ресурс]. – Режим доступа к сайту: <http://mir-studenta.com/rejting-vuzov>.

Поступила в редакцию 2.02.2010

Рецензент: д-р. техн. наук, зав. каф. охраны труда, стандартизации и сертификации Р.М. Трищ, Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков.

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ У ТЕХНІЧНОМУ ВНЗ

М.С. Мазорчук, В.С. Добряк, К.А. Гончарова

У статті запропонована інформаційно-аналітична система для оцінки комплексного показника якості підготовки студента у вищому навчальному закладі. Розглянута система показників, що відображають процес підготовки фахівця в технічному ВНЗ, запропоновано методи для отримання комплексних оцінок якості за різними напрямками підготовки фахівців, розроблено алгоритмічні моделі для розрахунку основних показників. Розроблена інформаційно-аналітична система оцінки якості рівня освіти дозволить не тільки контролювати поточний рівень підготовки фахівців, але і виявляти «вузькі місця» в процесі підготовки фахівців.

Ключові слова: інформаційно-аналітична система, якість освіти, нечітка логіка, факторний аналіз, лінійне ранжирування.

DEVELOPMENT OF INFORMATIVE ANALYTICAL SYSTEM OF SPECIALISTS PREPARATION QUALITY ESTIMATION IN TECHNICAL HIGHER EDUCATIONAL ESTABLISHMENT

M.S. Mazorchuk, V.S. Dobrayk, K.A. Goncharova

In the article the informative analytical system is offered for the estimation of student preparation quality complex index in higher educational establishment. The system of indexes, representing the process of specialist preparation in a technical higher institute is considered, methods are offered for the receipt of quality complex estimations to different specialist's preparation directions, algorithmic models are developed for the basic indexes calculation. The developed informative analytical system of education level quality estimation will allow not only controlling the current level of specialist's preparation, but also exposing «bottlenecks» in the process of specialist's preparation.

Key words: informative analytical system, education quality, the fuzzy logic, the factorial analysis, linear ranging.

Мазорчук Марія Сергеевна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри інформатики, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: mazorchuk_mary@inbox.ru

Добряк Виктория Сергеевна – студентка кафедри інформатики, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: viktoriya--13@mail.ru

Гончарова Кира Анатольевна – студентка кафедри інформатики, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: mascot89@inbox.ru