

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мясников В. А., Найденова Н. Н., Тагунова И. А. Стандартизация общего образования в зарубежной педагогике. М.: ИТИП РАО, 2008. 144 с.
2. Никитин В. А. Проблема объективации, субъективации и онтологизации в историческом подходе [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fondgp.ru/lib/grant/grant2005/works/0> (дата обращения: 13.07.2012).
3. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой: Пер. с англ. / Общ. ред. В. И. Аршинова, Ю. Л. Климонтовича и Ю. В. Сачкова. М.: Прогресс, 1986. 432 с.
4. Зинченко В. П. Аффект и интеллект в образовании. М.: Тривола, 1995. 64 с.
5. Сериков В. В. Обучение как вид педагогической деятельности: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Академия, 2008. 256 с.

REFERENCES

1. Myasnikov V. A., Naydenov N. N., Tagunova I. A. Standardization of general education in foreign pedagogy. M.: ITIP RAO, 2008. 144 p.
2. Nikitin V. A. Problem of objectification and subjectification and ontologization in historical approach [Electronic resource]. URL: <http://www.fondgp.ru/lib/grant/grant2005/works/0> (date of viewing: 13.07.2012).
3. Prigozhin I., Stengers I. Order out of chaos: Man's new dialogue with nature: translated from English / Edited by V. I. Arshinov, Yu. L. Klymontovich and Yu. V. Sachkov. M.: Progress, 1986. 432 p.
4. Zinchenko V. P. Affect and intelligence in education. M.: Trivola, 1995. 64 p.
5. Serikov V. V. Education as a type of pedagogical activity: textbook for students of higher schools. M.: Academy, 2008. 256 p.

УДК 37.014**ББК 74.04**

Ganicheva Antonina Valerianovna,
candidate physical.-mat. sciences, associate professor,
head of the department of mathematics
and computer engineering
of Tver State Agricultural Academy,
Tver,
e-mail: alexej.ganichev@yandex.ru

Ганичева Антонина Валериановна,
канд. физ.-мат. наук, доцент,
зав. кафедрой математики и вычислительной техники
Тверской государственной
сельскохозяйственной академии,
г. Тверь,
e-mail: alexej.ganichev@yandex.ru

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ**ASSESSMENT OF THE TRAINING PROCESS EFFECTIVENESS**

В статье на основе компетентностного подхода и соответствующего дерева компетенций для четкой и нечеткой информации предложена оценка эффективности процесса обучения. В качестве коэффициента эффективности рассматривается отношение объема полученных знаний к объему планируемых знаний за данный промежуток времени. Рассмотрена оценка риска планирования и организации обучения, выраженная через степень неэффективности. Степень неэффективности вычисляется на основе геометрической вероятности зоны неэффективности. Предложены определения портфеля компетенции, а также его риска и эффективности, связанные с эффективностью обучения.

The assessment of educational process effectiveness is proposed based on the competence approach and appropriate tree of competences for distinct and indistinct information. The ratio between the volume of obtained knowledge and the volume of planned knowledge for the given time period is examined as an effectiveness factor. The assessment of risk of education planning and arrangement expressed as a degree of ineffectiveness is studied. The degree of ineffectiveness is calculated based on ineffectiveness area geometric probability. Definitions of the

competences portfolio are proposed, as well as definitions of its risk and effectiveness connected with educational effectiveness.

Ключевые слова: дерево компетенций, компетентность, информационный поток, плотность информационного потока, свертка критериев, объем планируемых (полученных) знаний, коэффициент эффективности, портфель компетенции, риск и эффективность портфеля, риск планирования и организации.

Keywords: tree of competences, competence, information stream, density of information stream, folding of criteria, volume of the planned (gained) knowledge, effectiveness ratio, competence portfolio, risk and efficiency of a portfolio, risk of planning and the arrangement.

Известно, что, несмотря на большую работу преподавателей по обучению школьников, гимназистов, студентов, широкое внедрение в процесс обучения современных инновационных и информационных технологий, далеко не все учащиеся показывают стабильно хорошие успехи в процессе обучения. Причины здесь разные: недостаточная школьная подготовка, низкая мотивация, недостаточно

развитая способность к обучению, негативные примеры друзей и знакомых, неблагоприятная обстановка в семье и т.д. Следовательно, имеется торможение процесса обучения, выраженное через перечисленные негативные явления. Одна из важных задач, которая здесь возникает, — задача численной оценки эффективности обучения. В [1] предложен метод оценки компетентности обучаемых на основе дерева компетенций, в [2] приведены формульные оценки наиболее важных показателей качества учебного процесса, в [3] предложен алгоритм многокритериальной экспертной оценки управления оказанием образовательных услуг на основе модифицированного метода анализа иерархий. Задача оценки эффективности процесса обучения связана с задачей оценки эффективности и риска портфеля компетенции, а также с задачей оценки риска процесса планирования и организации обучения. Цель предлагаемой работы заключается в разработке методик получения этих оценок.

В [1] построено дерево компетенции ПК-5 по дисциплине «Математический анализ» (направление подготовки 080100 «Экономика») (рис. 1). Компетенция ПК-5 формулируется следующим образом: способность выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы. Перечислим соответствующие уровни дерева компетенции. Первый уровень: A_1 — формирование данной компетенции; второй уровень: A_2 — развитие способности выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, A_3 — развитие способности анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы; третий уровень: A^2_{ijk} — формирование способности выбрать i -е инструментальное средство (формулу, уравнение, систему, метод, методику, алгоритм и т.п., $i = \overline{1, n_1}$) для обработки экономических данных j -го типа (зависимости, предельной величины, линии уровня, экономической модели и т.п., $j = \overline{1, m_1}$) в соответствии с поставленной задачей t -го типа (вычисление предела, производной, интеграла, решения системы, дифференциального уравнения и т.д., $t = \overline{1, s_1}$), A_4 — формирование навыков анализа результатов расчетов, A_5 — развитие способности обосновывать полученные выводы; четвертый уровень: A^4_{iji} — анализ с применением i -го математического аппарата ($i = \overline{1, n_2}$) j -го результата ($j = \overline{1, m_2}$) t -го расчета ($t = \overline{1, s_2}$), A^5_{ij} — обоснование с применением i -го математического аппарата ($i = \overline{1, n_3}$) j -го вывода ($i = \overline{1, n_3}$).

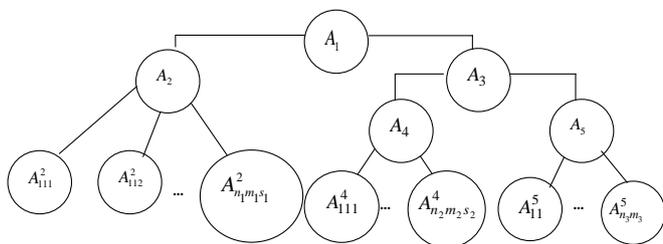


Рис. 1. Дерево компетенции ПК-5

Превратим ребра дерева в дуги, направленные сверху вниз, — получим оргграф 1, связанный с планируемой учебной информацией. При ориентации ребер снизу вверх получаем оргграф 2, связанный с практическим усвоением учебного материала данным учащимся (данной группой учащихся). Каждый из этих оргграфов, равно как и их объ-

единение, можно рассматривать как граф состояний системы, в которой протекает процесс планирования и управления формированием компетенций и компетентности данного учащегося (данной группы учащихся).

Одним из возможных показателей процесса обучения является информационный поток ключевых понятий, примеров, задач, доказательств, таблиц, схем, рисунков, так называемых информативных единиц. Информационный поток характеризуется плотностью, которая может быть определена следующим образом. Каждой дуге соответствует определенный временной интервал прохождения по этой дуге, что соответствует изучению данного учебного материала. Этот временной интервал разбивается на единичные временные интервалы. Для каждого единичного интервала плотность информационного потока представляет собой среднюю арифметическую взвешенную информативных единиц, соответствующих данному единичному интервалу времени. Весовые коэффициенты определяются через свертку критериев сложности, важности и степени усвоения учебного материала. Для оценки сложности учебного материала можно использовать, например, метод, разработанный в [2], для оценки степени усвоения — метод из [1], оценка важности — экспертная оценка, где в качестве экспертов выступают преподаватели, руководители соответствующих структур, а также, возможно, будущие работодатели. Поставим в соответствие каждой дуге оргграфа 1 планируемую плотность информационного потока, переводящего систему из одного состояния в другое, равную взвешенной сумме плотностей составляющих потоков. Аналогично каждой дуге оргграфа 2 поставим в соответствие реализованную плотность информационного потока, связанную с процессом изучения и усвоения данного учебного материала данным учащимся, и среднюю плотность информационного потока для группы учащихся.

Для оргграфа 1 для любого пути $L = A^1 A^2 \dots A^S$ находится общий объем V^T планируемых знаний как взвешенная сумма произведений соответствующих планируемых плотностей информационных потоков данного пути на отводимое время изучения учебного материала с данной плотностью потока. Для оргграфа 2 находится соответствующий объем полученных знаний $V^П$ как взвешенная сумма произведений соответствующих усвоенных плотностей информационных потоков пути $L' = A^S \dots A^2 A^1$, отличающегося от L противоположным направлением движения, на практическое время изучения данного учебного материала. При этом планируемое время прохождения пути $L' = A^1 A^2 \dots A^S$ из вершины A^1 в вершину A^S для оргграфа 1 равно практическому времени прохождения соответствующего пути L' из вершины A^S в вершину A^1 при обучении данного учащегося (данной группы учащихся). В качестве коэффициента эффективности обучения можно рассматривать коэффициент ρ , равный отношению объема $V^П$ к объему V^T , то есть:

$$\rho = \frac{V}{V^T}.$$

В общем случае $0 \leq \rho \leq 1$, причем чем ближе значение ρ к 1, тем успешнее идет процесс обучения, и чем меньше ρ отличается от 0, тем хуже усваивается данный учебный материал данным обучаемым (данной группой обучаемых), то есть тем менее эффективное обучение. Однако возможна такая ситуация, когда $\rho > 1$. Это говорит о том, что учащийся (группа учащихся) имеет высокую степень подготовленности, а поэтому планируемые показатели для этого учащегося (группы учащихся) оказываются заниженными. Сле-

довательно, в данной ситуации необходима корректировка программ и планов обучения либо переход таких учащихся на индивидуальную форму обучения.

Можно провести градацию относительно плано-организационной работы по изучению данного учебного материала, связанного с прохождением любого пути L оргграфа 2. Будем считать, например, что значение коэффициента ρ , большее, чем 0,9, соответствует отличной плано-организационной работе, значение в границах от 0,8 до 0,9 означает хорошую работу, если ρ находится в границах от 0,7 до 0,8, то работу можно считать удовлетворительной. В противном случае работа неудовлетворительная.

Дуги оргграфа 1 (орграфа 2) нумеруются, и определяется портфель данной компетенции, составляющими которого являются весовые коэффициенты дуг. Аналогично тому, как это сделано в [4] для портфеля оценочных баллов, определяется риск и эффективность портфеля компетенции. Можно определить портфель компетенции по-другому, взяв в качестве составляющих портфеля, например, показатели плотности, степени сложности и степени усвоения. Такие портфели определяются как для одного учащегося, так и для группы учащихся. Если речь идет о группе, то в качестве составляющих портфеля рассматриваются средние значения соответствующих показателей. Очевидно, чем больше эффективность портфеля для достигнутых показателей, тем ближе коэффициент ρ к максимальному значению; чем меньше риск портфеля, определяемый через среднее квадратическое отклонение, тем точнее результаты.

Для оценки явлений с большой долей неопределенности используется теория нечетких множеств. Так, в [1] предложен метод оценки компетентности учащихся для нечетко сконструированных исходных данных с применением функций и $sg\ x = \begin{cases} 0, & x \leq 0, \\ 1, & x > 0 \end{cases}$ а также нечеткого декартова произведения нечетких оценок компетенций, в [5] построена модель оценки технической составляющей инновационного потенциала предприятия с учетом фактора неопределенности, которая с точностью до смыслового содержания показателей качества переносится на учебный процесс.

Рассмотрим задачу оценки риска планирования и организации учебного процесса при нечетких условиях. Пусть c — нечеткое число. В этом случае можно воспользоваться треугольным представлением [6]: $c = [c'_1, \bar{c}, c'_2]$, здесь левая граница соответствует минимально возможному значению данного числа, правая граница — максимально возможному значению, среднее число — наиболее ожидаемому значению, определяемому как среднее арифметическое границ (рис. 2).

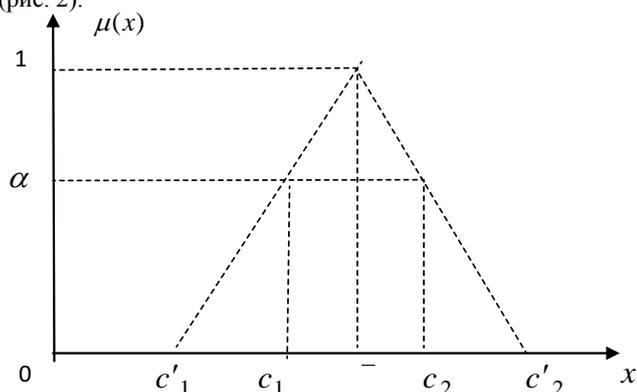


Рис. 2. Треугольное представление нечетких чисел

При фиксированном уровне принадлежности α указанный сегмент преобразуются соответственно в более узкий сегмент с тем же центром. Границы нечеткого числа будут соответствовать абсциссам точек пересечения прямой, соответствующей уровню α , с функцией принадлежности данного нечеткого числа.

Тогда число c можно представить в виде $[c_1, c_2]$, и показатели будут определяться через исходные нечеткие числа применением алгебраических операций, что сводится к соответствующим операциям над их границами.

Для оргграфа 1 вводится понятие оценки риска неэффективности процесса планирования и организации обучения на данном пути (этапе) дерева компетенции (компетенций). Для оргграфа 2 данное понятие вводится для процесса изучения соответствующего учебного материала. Делается это на основе метода оценки риска неэффективности проекта [6] применительно к нечеткому числу $[p_1, p_2]$, интерпретирующему коэффициент эффективности ρ , и критериальному значению $G = [G_1, G_2]$. Проверяется условие $\rho \geq G$. Для этого графически при разных соотношениях p_1, p_2, G_1, G_2 находится площадь зоны неэффективности. Степень неэффективности определяется через геометрическую вероятность для данного уровня α принадлежности с последующим интегрированием полученной функции на участке изменения α . В одном важном частном случае оценка риска осуществляется совсем просто. Пусть интервально-симметричные расплывчатые параметры характеризуются двумя действительными числами — средним значением параметра и разбросом от среднего. Среднее значение равно среднему арифметическому левой и правой границ нечеткого числа, разброс определяется как разность между правой границей и средним значением (или разностью между средним значением и левой границей). В этом случае вводится коэффициент λ устойчивости процесса планирования и организации обучения по объединенному критерию плотности, сложности и степени усвоения, определенному через свертку этих критериев, равный частному при делении среднего значения коэффициента ρ на его разброс. В [6] для случая $0 \leq \lambda \leq 1$ получено выражение для риска R проекта, которое полностью переносится для рассматриваемого в данной статье риска планирования и организации изучения учебного материала на данном пути дерева компетенции, а именно:

$$R = \frac{1}{2} + \frac{\lambda}{2} (\ln \lambda - 1).$$

При этом можно считать, что приемлемый риск составляет менее 10%, от 10 до 20% — пограничная ситуация, свыше 20% — неприемлемый риск.

Итак, задача оценки эффективности процесса обучения является крайне важной и актуальной в различных сферах жизни общества. Об этом свидетельствуют самые новые работы [7; 8] по этой теме. В работе [7] определена возможность использования модели компетенций как способа определения эффективности обучения и развития персонала промышленного предприятия, а работа [8] связана с инновационным подходом к построению критерия качества образования и предложением использовать математическое моделирование для установления количественной связи критерия качества образования со всеми параметрами образовательного процесса. В данной работе «Оценка эффективности процесса обучения» предложена методика оценки эффективности процесса обучения, выраженной через ко-

эффицент эффективности, методика оценки эффективности и риска портфеля компетенции, а также оценки риска процесса планирования и организации обучения. Полученные результаты дают возможность осуществлять управление процессом планирования и организации обучения,

а поэтому и эффективности образовательного процесса; могут быть использованы также в любом социально-производственном процессе, связанном с проявлением действия негативных факторов, тормозящих протекание рассматриваемого процесса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ганичева А. В. Метод определения оптимальных модулей и компетентности обучаемых // Качество. Инновации. Образование. 2013. № 10. С. 19—23.
2. Ганичева А. В. Показатели качества учебного процесса // Материалы 5-й Междун. науч.-практ. интернет-конф. «Новые технологии в образовании». Таганрог. М.: Изд-во «Спутник+», 2010. С. 23—27.
3. Процюк М. П., Токарев К. Е. Разработка алгоритма повышения эффективности управления оказанием образовательных услуг и их качественных характеристик // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2013. № 3. С. 61—63.
4. Ганичева А. В. Оптимальное решение и оценка эффективности организационных вопросов // Ярославский педагогический вестник. Т. 3 (Естественные науки). 2011. № 2. С. 53—59.
5. Игольникова О. С., Копылов А. В. Нечетко-множественная модель оценки технической составляющей инновационного потенциала предприятия // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2010. № 2 (27). С. 222—225.
6. Нечеткие гибридные системы. Теория и практика / Под ред. Н. Г. Ярушкиной. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. 208 с.
7. Киселева Г. С. Модель компетенций как инструмент оценки эффективности переподготовки и повышения квалификации кадров // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2014. № 3 (13). С. 124—131.
8. Берднова Е. В. Инновационный подход к построению качества образования // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2013. № 3 (24). С. 61—64.

REFERENCES

1. Ganicheva A. V. Method of definition of optimum modules and competence of trainees // Quality. Innovations. Education. 2013. № 10. P. 19—23.
2. Ganicheva A. V. Indicators of quality of educational process // Materials of the 5th International scientific and practical Internet conference «New Technologies in Education». Taganrog. M.: Publishing house Sputnik+, 2010. P. 23—27.
3. Protsyuk M. P., Tokarev K. E. Development of algorithm for increasing management efficiency of rendering educational services and their qualitative characteristics // Business. Education. Law. Bulletin of the Volgograd Business Institute. 2013. № 3. P. 61—63.
4. Ganicheva A. V. Optimum decision and assessment of efficiency of organizational questions // Yaroslavl pedagogical bulletin. Vol. 3 (Natural sciences). 2011. № 2. P. 53—59.
5. Igolnikova O. S., Kopylov A. V. Fuzzy-multiple model of assessment of a technical component of the company innovative capacity // Business. Education. Law. Bulletin of the Volgograd Business Institute. 2010. № 3 (13). P. 124—131.
6. Indistinct hybrid systems. Theory and practice / Under the editorship of N. G. Yarushkina. M.: FIZMATLIT, 2007. 208 p.
7. Kiselyova G. S. Model of competences as a tool of assessment efficiency of the personnel retraining and professional development // Business. Education. Law. Bulletin of the Volgograd Business Institute. 2014. № 3 (13). P. 124—131.
8. Berdnova E. V. Innovative approach to creation of quality of education // Business. Education. Law. Bulletin of the Volgograd Business Institute. 2013. № 3 (24). P. 61—64.