



УДК 51-77

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОМПЕТЕНТНОСТИ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

А.Н. ПРИВАЛОВ
Ю.И. БОГАТЫРЁВА

*Тулский государственный
педагогический университет
им. Л.Н. Толстого*

e-mail:
alexandr_prv@rambler.ru

Предлагается подход решения задачи определения количественной оценки формирования компетентности обучаемых в информационных системах на основе применения метода анализа иерархий Саати. Приведены аналитические выражения полученных зависимостей.

Ключевые слова: информационная система, контроль знаний, метод анализа иерархий, компетентность.

Реализуемая в настоящее время системой образования компетентностная парадигма предполагает, наряду с прочими, широкое применение информационных обучающих систем (ИОС) [2], позволяющих осуществлять следующие основные фазы процесса обучения:

- приобретение новых знаний;
- закрепление полученных знаний и формирование компетенций;
- контроль уровня компетентности в некоторой предметной области.

В ходе первой фазы необходимо чтобы ИОС предъявляла обучаемому информацию, которая содержит знания о предметной области, причем характер предъявляемой информации должен быть наиболее эффективным для восприятия.

В ходе второй фазы необходимо чтобы представления обучаемого углублялись с точки зрения повышения их устойчивости и развития отношений между ними и прочими представлениями с целью формирования компетенций.

В целях закрепления знаний и формирования компетенций могут применяться учебно-контрольные задания (УКЗ), в которых присутствуют эти знания.

В ходе третьей фазы необходимо чтобы ИОС производила проверку приобретенных знаний и оценивала уровень их усвоения в соответствии с установленными требованиями по формированию компетентности.

Важной задачей проектирования информационных обучающих систем является задача определения количественной оценки усвоения обучаемым содержательного контента [3]. Рассматривая систему: учебный контент – обучаемый – подсистема контроля знаний (рис.1), означенная задача может быть интерпретирована как установление соответствия между требуемыми (идеальными) и реальными уровнями знаний у обучаемого по отдельным модулям учебного контента и за учебный курс в целом.

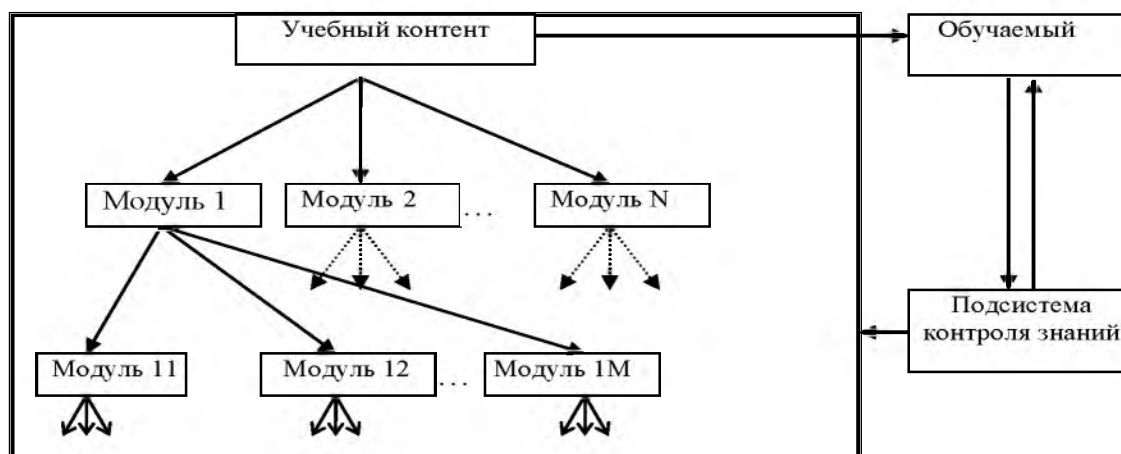


Рис. 1. Структура обучающей информационной системы



Установление такого соответствия позволит, в свою очередь, выделить недостаточно усвоенные элементы (модули) содержательного контента для реализации возможности их последующего освоения и ряд педагогических задач, например, по вопросу перераспределения времени между отдельными модулями в рамках общего временного баланса. При этом становится актуальной задача по установлению связей между изучением отдельного модуля и его составляющих (модулей нижестоящего уровня).

Исходя из очевидного утверждения, что структура учебного контента носит иерархический характер, представляется целесообразным применение метода анализа иерархий Саати (МАИ) [4] для получения количественных оценок изучения отдельных компонент учебного контента для принятия решений по достижению целей изучения всего курса.

Метод анализа иерархий является развитием метода экспертных оценок и позволяет представить некоторую имеющуюся в реальности систему в виде абстрактной модели, оценить воздействие различных компонент системы на всю систему и находить приоритеты этих компонент. Основной задачей МАИ является оценка высших уровней иерархии, исходя из взаимодействия различных уровней, а не из непосредственной зависимости от элементов на этих уровнях.

Рассмотрим применение МАИ на примере оценивания компетентности обучаемых в области информационной безопасности [1]. Очевидно, что формирование такого рода компетентности является сложной задачей, удовлетворительное решение которой достигается формированием у обучаемых целого ряда отдельных компетенций и достижением на этой основе нового качества.

Организация обеспечения безопасности информации должна носить комплексный характер и основываться на глубоком анализе возможных негативных последствий. При этом важно не упустить какие-либо существенные аспекты. Анализ негативных последствий предполагает обязательную идентификацию возможных источников угроз, факторов, способствующих их проявлению и, как следствие, определение актуальных угроз безопасности информации.

К показателям компетентности в области информационной безопасности (ИБ) предлагается отнести компетенции в вопросах:

- W1 - защиты от информации, запрещенной для распространения среди детей;
- W2 - защиты от вредоносного ПО, хакерских атак и спама;
- W3 - защиты от криминальной и террористической информации;
- W4 - предотвращения зависимости от сетевых и компьютерных игр;
- W5 - контроля (допуска) детей в информационное пространство;
- W6 - защиты персональных данных;
- W5 - защиты авторских прав;
- W6 - регистрации и лицензирования электронных средств учебного назначения;
- W7 - здоровьесберегающих технологий.

На формирование указанных компетенций влияют факторы (результаты изучения следующих дисциплин):

- F1 – Информационные технологии в образовании;
- F2 – Информатика;
- F3 – Право в сфере образования;
- F4 – Психология;
- F5 – Охрана труда в образовательных учреждениях;
- F6 – Безопасность жизнедеятельности человека;
- F7 – Педагогика.

Тогда иерархию модели формирования компетентности в области ИБ можно представить, как показано на рис. 2. После построения иерархии эксперты используют МАИ для определения приоритетов всех узлов структуры. Информация для расстановки приоритетов собирается со всех участников и математически обрабатывается. Получив иерархическую модель формирования компетентности, можно определить степень влияния показателей компетентности в области ИБ на общую цель. Воспользуемся методом парных сравнений.

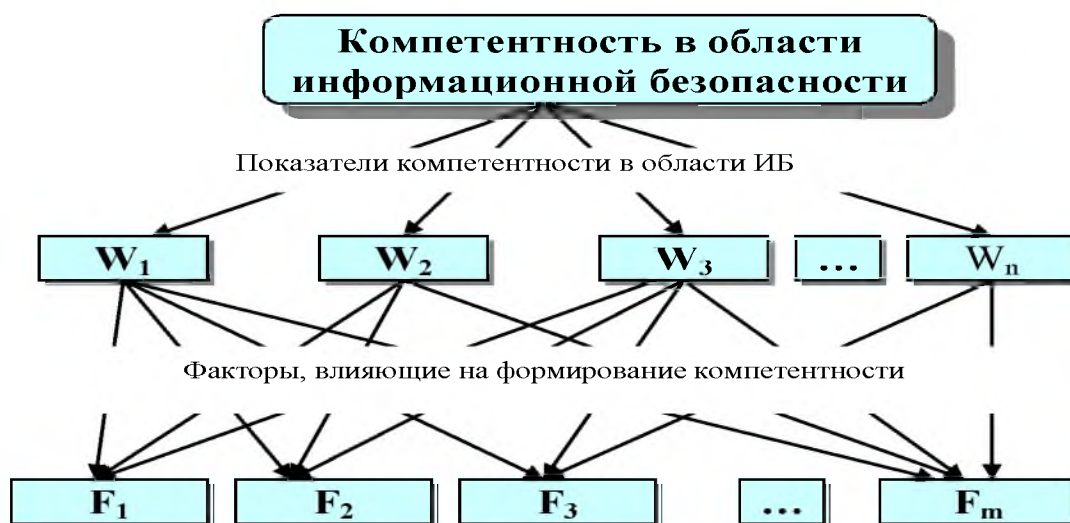


Рис. 2. Иерархия формирования компетентности в области информационной безопасности

Пусть W_1, W_2, \dots, W_n - совокупность показателей компетентности в области ИБ.

Количественные суждения о парах объектов (W_i, W_j) представляются матрицей Ξ размера $n \times n$ $\Xi = (\xi_{ij})$, ($i, j = 1, 2, \dots, n$) суждений экспертов. Элементы ξ_{ij} определены по следующим правилам.

Правило 1. Если $\xi_{ij} = \alpha$, то $\xi_{ji} = 1/\alpha$, $\alpha \neq 0$.

Правило 2. Если суждения таковы, что W_i имеет одинаковую с W_j относительную важность, то $\xi_{ij} = 1$, $\xi_{ji} = 1$; в частности, $\xi_{ii} = 1$ для всех i .

Матрица Ξ имеет вид

$$\Xi = \begin{bmatrix} 1 & \xi_{12} & \dots & \xi_{1n} \\ 1/\xi_{12} & 1 & \dots & \xi_{2n} \\ \vdots & \vdots & 1 & \vdots \\ 1/\xi_{1n} & 1/\xi_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}.$$

После построения количественных суждений о парах (W_i, W_j) в числовом выражении через ξ_{ij} задача сводится к получению весовых коэффициентов, которые соответствовали бы зафиксированным суждениям экспертов. Для выявления количественных показателей при рассмотрении значимости различных суждений в методе анализа иерархий предлагается следующая шкала важности объектов: от 1 – объекты одинаково важны, до 9 – один объект абсолютно важнее другого.

Собственный вектор матрицы суждений обеспечивает упорядочение приоритетов, а собственное значение является мерой согласованности суждений. Таким образом, следующим шагом, после составления матрицы суждений, является вычисление вектора приоритетов.

Вектор приоритетов показателей компетентности имеет вид:

$$P = (p_1, p_2, \dots, p_n).$$

Определив вектор приоритетов, можно найти главное собственное значение матрицы суждений I_{\max} , которое используется для оценки согласованности, отражающей пропорциональность предпочтений. Чем ближе I_{\max} к размерности матрицы суждений (n), тем более согласован результат. Отклонение от согласованности может быть выражено величиной индекса согласованности (ИС), который равен отношению разности

$$ИС = (I_{\max} - n) / (n - 1).$$

Индекс согласованности, сгенерированный случайным образом по шкале от 1 до 9 обратно симметричной матрицы с соответствующими обратными величинами элементов, называется случайным индексом (СИ). Среднее значение случайного индекса определяется по соответствующим таблицам по размерности матрицы суждений. Отношение ИС к среднему СИ для матрицы того же порядка называется отношением согласованности (ОС). Значение отношения согласованности меньше, или равное 0,10 считается приемлемым для полученных результатов.

Подход к парным сравнениям, основанный на решении задачи о собственном значении, обеспечивает способ шкалирования, особенно в тех сферах, где не существует измерений и количе-



ственных сравнений. Мера согласованности позволяет возвратиться к суждениям, модифицируя их для улучшения общей согласованности.

Аналогично можно оценить факторы, влияющие на формирование компетентности, относительно показателей компетентности:

$$\Lambda = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} & \dots & \lambda_{1n} \\ \lambda_{12} & \lambda_{22} & \dots & \lambda_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \lambda_{m1} & \lambda_{m2} & \dots & \lambda_{mn} \end{bmatrix}.$$

Общая оценка влияния фактора на формирование компетентности будет иметь вид произведения векторов Λ и P :

$$K = (k_1, k_2, \dots, k_m) = \Lambda * P = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} & \dots & \lambda_{1n} \\ \lambda_{12} & \lambda_{22} & \dots & \lambda_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \lambda_{m1} & \lambda_{m2} & \dots & \lambda_{mn} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_n \end{bmatrix}$$

Вектор K позволяет получить количественные оценки (коэффициенты) влияния отдельных факторов на формирование компетентности в области информационной безопасности. В свою очередь обобщённая оценка обучаемого может быть представлена как:

$$\hat{I}_o = \sum_{j=1}^m c_j k_j,$$

где:

c_j – частная оценка по j -му фактору (учебному модулю):

k_j – коэффициент влияния отдельных факторов на формирование компетентности.

Коэффициенты k_j влияния отдельных факторов показывают “вклад” фактора (дисциплины) в формирование рассматриваемой компетентности. На основании такого анализа можно сделать вывод о значении дисциплины в процессе формирования компетентности, о соответствии содержания и временных параметров. В свою очередь появляется обоснованная возможность корректировки основных образовательных программ и учебных планов. В целом, предложенный подход позволяет получить вместо множества показателей по отдельным дисциплинам единую интегральную оценку сформированности компетентности обучаемых в некоторой предметной области и является действенным инструментом управления образовательным процессом.

Проектируемое на такой основе содержание вузовского педагогического образования в области защиты информации, сетевой и информационной безопасности сможет, на наш взгляд, обеспечить целостное компетентностное образование будущих педагогов, которое призвано решать проблемы, связанные с предотвращением возможных негативных для физического и психического здоровья последствий, оказываемого на обучаемого и обучающего информационно емкой и эмоционально насыщенной предметной средой.

Список литературы

1. Богатырева Ю.И. Проблема формирования компетентности в области обеспечения информационной безопасности выпускников педагогических вузов // Бюллетень лаборатории математического, естественнонаучного образования и информатизации [Текст] - Воронеж: «Научная книга», 2012. – с. 77-81.
2. Привалов, А.Н. Оценка эффективности функционирования тренажёрных систем с распределённой обработкой данных / А.Н. Привалов // Научные ведомости Белгородского государственного университета. - 2009. - №1(56). Выпуск 9/1. - С.78-83.
3. Привалов, А.Н. Проектирование адаптивных обучающих подсистем тренажёрных систем специального назначения / А.Н. Привалов [Текст] - Тула: ТулГУ, 2009 – 195 с.
4. Саати, Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т.Л. Саати [Текст] – М.: Радио и связь, 1989. – 316 с.



HIERARCHICAL ASSESSMENT OF COMPETENCE IN INFORMATION SECURITY

A.N. PRIVALOV
J.I. BOGATIBEVA

*Tula State Lev Tolstoy
Pedagogical University*

*e-mail:
alexandr_prv@rambler.ru*

An approach is proposed solving problems on the quantitative evaluation of students forming competence in information systems through the application of the analytic hierarchy process Saaty. The analytical expressions obtained relationships.

Keywords: information system, control of knowledge, the analytic hierarchy process, competence.