DOI: 10.17117/na.2015.01.053

<http://ucom.ru/doc/na.2015.01.053.pdf>

Поступило в редакцию: 27.01.2015

Алекина Е.В., Сорокина Л.В.
Проектирование процесса формирования
общефессиональных компетенций
у специалистов технического профиля

Alekina E.V., Sorokina L.V.
Designing the process of formation of general
competencies for technical specialists

Представлена методика проектирования процесса формирования общефессиональным дисциплинам, ключевыми критериями которой являются три параметра – важность, объем учебной информации и уровень знаний студента
Ключевые слова: профессиональная компетенция, важность, объем учебной информации и уровень знаний студента

The technique of the design process of formation of general professional disciplines, key criteria which are three parameters – the importance of the volume of educational information and knowledge level of the student
Key words: professional competence, importance, the amount of training data and the level of knowledge of the student

Алекина Елена Викторовна
 Кандидат химических наук, доцент
 Самарский государственный технический университет
 г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Alekina Elena Victorovna
 Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor
 Samara State Technical University
 Samara, Molodogvardiiskaya st., 244

Сорокина Людмила Владимировна
 Кандидат педагогических наук, доцент
 Самарский государственный технический университет
 г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Sorokina Lydmila Vladimirovna
 Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor
 Samara State Technical University
 Samara, Molodogvardiiskaya st., 244

Процесс обучения общефессиональным дисциплинам в техническом вузе имеет следующие особенности:

- дублирование отдельных вопросов в различных дисциплинах;
- многоплановость видов занятий (лекции, практические занятия, лабораторные занятия, курсовое и дипломное проектирование);
- зачастую отсутствие логической связи между отдельными разделами дисциплин;
- необходимость изучения значительного объема материала в сжатые сроки;
- возможность использования технических средств при подаче учебного материала;

– разноплановость аудитории по уровню интеллекта и подготовки;
– высокий уровень информатизации, дающий возможность самостоятельного изучения материала и другие.

Все это делает необходимым проектирование учебного процесса с использование современных методик. Для этих целей в СамГТУ была спроектирована методика обучения общепрофессиональным дисциплинам.

Показателями Y системы обучения вопросам общепрофессиональной дисциплины являются объем материала по отдельной группе вопросов, важность этой группы вопросов для решения главной задачи обучения, а также уровень знаний студента по этой группе вопросов, т.е. желательно было бы научить его в первую очередь тем вопросам, которые имеют наибольшую важность, характеризуются минимальным объемом учебного материала (чтобы студент "после первого же урока" разобрался в данной проблеме, что может иметь для него практическое значение, а также чтобы у него осталось больше времени на повторение этих вопросов в ходе учебного процесса), а также уровень знаний по которым минимален (учить тому, что обучаемый не знает).

Элементы, входящие в состав системы обучения вопросам общепрофессиональной дисциплины можно разбить на две группы:

- элементы, имеющие один параметр – важность (такие элементы, как задачи обучения, учебные темы, разделы учебных тем);
- элементы (отдельные учебные вопросы), имеющие три параметра – важность, объем учебной информации и уровень знаний студента.

Таким образом, наименования показателей и параметров совпадают, т.е. показатели и параметры являются одноименными [1], причем важность является мультипликативным показателем, а объем учебной информации и уровень знаний студента – аддитивными показателями.

Данные показатели преобразуются в минимизируемые и удовлетворяющие условию $y \in \Omega_y$, где $\Omega_y = \{y \mid 0 \leq y_i \leq 1, i = \overline{1, m}\}$, следующим образом:

$$y^{eAb}(c) = 1 - \prod_{z \in c} v_z, \quad (1)$$

$$y^U(c) = \frac{\sum_{z \in c} U_z}{U_{MAX}}, \quad (2)$$

$$y^Y(c) = \frac{\sum_{z \in c} Y_z}{\sum_{z \in c} U_z}, \quad (3)$$

Где c – вариант структуры системы; z – элемент; y^{eAb} , y^U , y^Y – показатели, характеризующие важность, объем учебной информации и уровень знаний студента соответственно; v_z – важность элемента z (введена выше); U_z – объем учебной информации, соответствующий элементу z (измеряется в байтах); U_{MAX} – максимально возможный объем учебной информации для всех возможных структур; Y_z – уровень знаний студента, соответствующий элементу z (измеряется в байтах).

В этом случае целевая функция задается следующим выражением [1]:

$$F(y) = y^{eA\delta} \cdot (K_U y^U + K_Y y^Y), \quad (4)$$

Где K_U – вес показателя y^U ; K_Y – вес показателя y^Y .

Значение величин K_U и K_Y задаются экспертным путем и определяют, что предпочтительнее при данном сеансе обучения: изучение учебных вопросов с минимальным объемом учебного материала или изучение вопросов, по которым у студента минимальные знания.

Данное представление целевой функции позволяет оценить один конкретный вариант системы. Для оценки всей системы (выбора наиболее предпочтительного вопроса для обучения в данный момент времени t используется представление системы в виде сокр.д.н.ф. [1], при этом операция дизъюнкции заменяется взятием минимума, а каждая из простых импликант – значением функции $F(y)$. Таким образом

$$F(c) = \min_{c \in M} (y^{eA\delta}(c) \cdot (K_U y^U(c) + K_Y y^Y(c))) \quad (5)$$

Где M – множество всевозможных правильных вариантов структуры; c – правильный вариант структуры.

Таким образом, алгоритм работы системы обучения вопросам безопасности труда состоит в следующем.

Задается представление системы в виде сокр.д.н.ф.

Каждому элементу системы экспертным путем присваивается параметр "важность" в зависимости от специализации студента и возможных последствий.

Определяется объем учебной информации по каждому учебному вопросу дисциплины.

Путем тестирования определяется уровень знаний по каждому учебному вопросу (способы определения уровня знаний представлены ниже). Если студент находится в начале учебного процесса, могут задаваться нулевые значения уровней знаний.

Вычисляется значение целевой функции $F(c)$, минимум которой соответствует предпочтительному варианту структуры (той группе вопросов, которые необходимо изучать в данный момент времени).

Производится обучение выбранной группе вопросов. Способ определения интенсивности подачи учебного материала в зависимости от способностей обучаемого приведен ниже.

Возврат к п.4.

Данный алгоритм функционирования позволяет добиться следующего "интеллектуального поведения" системы обучения. Сначала будут изучены наиболее важные вопросы, характеризующиеся также наименьшим объемом учебного материала, причем возможно повторное изучение одного и того же вопроса. По мере роста знаний студента происходит переход к изучению других вопросов обучения, причем в каждом конкретном случае система "удовлетворяется" своим уровнем усвоения информации (например, в зависимости от важности). Возможен возврат к изучению (повторение) ранее пройденного материала через некоторое время.

Таким образом, при фиксированном времени обучения система позволяет добиться учета индивидуальных особенностей студента.

Для сокращения времени производится адаптация среды обучения к возможностям студента с учетом индивидуальных различий [2-4]. Стратегия обучения выбирается, основываясь на оперативном оценивании его способностей. Процесс обучения не должен быть ни слишком трудным, ни слишком легким. В первом случае студент может вообще отказаться от выполнения задания, во втором случае ему может все быстро наскучить и он потеряет интерес к учебе, что в обоих случаях скажется на качестве. Поэтому весьма важно оценить индивидуальные особенности студента и установить правильный уровень сложности учебного задания [2-4].

Существуют следующие виды индивидуальных различий:

- способность разделения задач по времени [5-6], то есть разные люди в разной степени способны выполнять одновременно несколько задач;
- синтетический или аналитический способ усвоения информации [7], то есть способность обрабатывать получаемую информацию как целое или же частями;
- способность анализировать задачи абстрактно или буквально [8, 9].

Особенность изучения вопросов общепрофессиональной дисциплины состоит в том, что при большом объеме учебного материала их можно разбить на отдельные логически завершенные части. Поэтому возможно поэтапное обучение [9-12].

В целях адаптации системы обучения к индивидуальным различиям студентов нужно управлять следующими параметрами [13]:

- объемом материала;
- длительностью предъявления учебной информации;
- стратегией управления консультативной информацией.

С целью учета индивидуальных способностей каждого студента, а также влияния внешней среды и условий обучения введен параметр T [14-15], который определяет время усвоения учебного материала при обучении, то есть достижения требуемого состояния TI , или время решения контрольных заданий при контроле TF .

Для анализа деятельности студента в процессе обучения используется математическая модель [16], представляющая обучаемого в виде двухрежимного объекта управления, режим работы которого определяется характером процесса усвоения или контроля знаний. Исследуемые процессы описаны в виде дифференциальных уравнений с неопределенными коэффициентами:

$$y'(t) = \begin{cases} T_0^{-1}U(t) - T_0^{-1}y(t), & 0 < U(t) - y_0 \leq U_{\text{пмт}}; \\ 0, & U(t) - y_0 > U_{\text{пмт}}; U(t) - y_0 < 0; \end{cases} \quad (6)$$

$$y'(t) = \begin{cases} T_k^{-1}U(t), & y \geq U_{Tj}; \frac{y(t)}{T_k^{-1}U(t)} \neq 1; \\ 0, & y < U_{Tj}; \end{cases} \quad (7)$$

Где T_0 и T_k – коэффициенты, отражающие индивидуальные способности студента в соответствующем режиме работы и влияние внешней среды;

U_0 – начальный уровень знаний студента; $U(t)$ – управляющее воздействие (обучающий материал, тексты); $U_{пмт}$ – пороговый уровень сложности обучающего материала, который способен воспринимать обучаемый; $U_{ит}$ – минимальный уровень сложности тестирующего материала; $y(t)$ – текущий уровень состояния знаний.

Поскольку обучение должно производиться с использованием ЭВМ, информация выдается из файлов баз данных, то уровень знаний студента, управляющее воздействие, $U_{пмт}$, $U_{ит}$ измеряются в байтах, T_0 и T_K а измеряются в секундах (T_0 – время усвоения одного байта информации, T_K – время, необходимое для контроля усвоения одного байта информации).

Анализ модели (6), (7) показывает, что она содержит неопределенные параметры T_0 и T_K . Для оценки их значений в процессе управления введена динамическая идентификация в реальном масштабе времени в темпе с процессом управления.

На основе уравнений (6) и (7) проведен синтез алгоритмов управления обучением в режимах усвоения и контроля знаний, с учетом ограничений, определяющих специфику области применения системы и вытекающих из (6) и (7) при $y_0=0$ в режиме усвоения знаний

$$0 < U(t) \leq U_{пмт} \quad (8)$$

и в режиме контроля знаний

$$y \geq U_{тj} \quad (9)$$

В результате выражение для управления в режиме усвоения знаний имеет следующий вид:

$$U(t) = \frac{\hat{y}(t + \Delta t) - y(t)}{\Delta t \alpha(t)}, \quad (10)$$

где $\alpha(t)$ – динамическая оценка параметра T_0 (обратная T_0), определяемая из выражения

$$\alpha(t) = \frac{y(t) - y(t - \Delta t)}{\Delta t [U(t - \Delta t) - y(t - \Delta t)]}, \quad (11)$$

а $\hat{y}$ – априорная траектория управления, которая может быть представлена в виде

$$\hat{y}(t) = \left\{ y_{i-1} e^{-\gamma_i t} + y_i (1 - e^{-\gamma_i t}), t_i \leq t \leq t_{i+1}, i = \overline{1, n} \right\}, \quad (12)$$

Где n – число уровней управляющей программы; $\gamma = 1/T_0$, Δt – малая величина.

В режиме контроля знаний

$$U(t) = \frac{\hat{y}(t + \Delta t) - y(t)}{\Delta t \beta(t)}, \quad (13)$$

где $\beta(t)$ – динамическая оценка параметра T_K (обратная T_K), определяемая из выражения

$$\beta(t) = \frac{y(t) - y(t - \Delta t)}{\Delta t U(t - \Delta t)}, \quad (14)$$

$$\hat{y}(t) = \left\{ U_i t \gamma_i, t_i \leq t \leq t_{i+1}, i = \overline{1, n} \right\}, \quad (15)$$

где $\gamma = 1/T_k$.

Анализ выражений (11) и (13) показывает, что левая часть неравенства (8) выполняется при наличии ограничения на $\hat{y}$ в виде $\hat{y}(t + \Delta t) > y(t)$. Если это неравенство не выполняется, то система рассчитывает новую траекторию $\hat{y}$ с учетом изменившихся параметров обучаемого. Таким образом

$$\hat{y}(t + \Delta t) = \hat{y}(t) + \Delta \hat{y}(t), \quad (16)$$

$$\Delta \hat{y}(t) = NF[y(t), \alpha(t), \beta(t), U(t)], \quad (17)$$

$$N = \begin{cases} 0, & \hat{y}(t + \Delta t) - y(t) > 0, \\ 1, & \hat{y}(t + \Delta t) - y(t) \leq 0. \end{cases} \quad (18)$$

В зависимости от режима работы системы – усвоение или контроль знаний, функция $F()$ в (17) принимает значения, рассчитываемые по эмпирическим формулам и зависящие от параметров конкретного студента.

Алгоритм работы обучающей системы имеет следующий вид:

- на основании (15)-(17), (12) строится априорная траектория управления. Первоначальные значения коэффициентов T_0 и T_k определяются на основе тестирования по методу ключевых слов, а также статистической обработки предыдущих результатов обучения;

- в ходе процесса обучения определяется управляющее воздействие $U(t)$ (объем учебного материала в зависимости от времени и результатов тестирования) по формулам (10), (13);

- после каждого этапа обучения проверяется выполнение условия $\hat{y}(t + \Delta t) > y(t)$. В случае его невыполнения производится динамическая оценка параметров T_0 и T_k по (11) и (14) и рассчитывается новая траектория обучения.

В ходе учебного процесса после проведения контрольного опроса значение $y(t)$ может определяться двумя способами:

- знания обучаемого оцениваются по четырехбалльной системе и студенту выставляется оценка C ($C = 2, 3, 4, 5$). В этом случае

$$y(t) = \frac{C - 2}{3} U(t); \quad (19)$$

- знания студента оцениваются путем проведения опроса, при этом

$$y(t) = \frac{\bar{N}}{N} U(t), \quad (20)$$

где N – общее число заданных вопросов; $\bar{N}$ – число вопросов, на которые студент дал правильные ответы.

Таким образом, адаптация производится по двум параметрам – состоянию знаний студента и скорости усвоения материала (варьируются следующие

щие параметры: объем учебного материала и длительность его предъявления, а также время и способ контроля знаний студента).

Список литературы:

1. Анкундинов Г.И. Синтез структуры сложных объектов. Логико-комбинаторный подход. Л.: ЛГУ, 1986. 258 с.
2. Cronbach L.J., Gagne R.M. How can instruction be adapted to individual differences? // *Learning and individual differences*. Columbus. OH: Charles E. Merrill, 1967.
3. Farley F.H., Gordon N.J. Basic process individual differences: A biologically based theory of individualization for cognitive, affective, and creative outcomes // *Psychology and education*. Berkeley, CA: MCCutchan, 1983. Pp. 9-29.
4. Glaser R. Instructional psychology: Past, present and future. *Amerycan Psychologist*. 37. 1982. Pp. 292-305.
5. Ackerman P.H., Wickens C.D., Schneider W. Deciding the existence of a time-sharing ability: A combined methodology and theoretical approach // *Human Factors*. 26. 1984. Pp. 71-82.
6. North R.A., Gopher D. Measures of attention as predictors of flight performance // *Human Factors*. 18. 1976. Pp. 1-14.
7. Larkin J.H., Anderson J.R. Enriching formal knowledge: A model for learning to solve problems in physics // *Cognitive skills and their acquisition*. Hillsdale. MJ: Erlbaum, 1981.
8. Larkin J.H., McDermott J., Simon D.P., Simon H.A. Models of competence in solving physics problems // *Cognitive Science*. 4. Pp. 317-345.
9. Gaines B.R. The learning of perceptual-motor skills by man and machines and its relationship to training // *Instructional Science*. 1. 1972. Pp. 263-312.

References:

1. Ankudinov G.I. Synthesis of the structure of complex objects. Logic-combinatorial approach. L.: LSU, 1986. 258 p.
2. Cronbach L.J., Gagne R.M. How can instruction be adapted to individual differences? // *Learning and individual differences*. Columbus. OH: Charles E. Merrill, 1967.
3. Farley F.H., Gordon N.J. Basic process individual differences: A biologically based theory of individualization for cognitive, affective, and creative outcomes // *Psychology and education*. Berkeley, CA: MCCutchan, 1983. Pp. 9-29.
4. Glaser R. Instructional psychology: Past, present and future. *Amerycan Psychologist*. 37. 1982. Pp. 292-305.
5. Ackerman P.H., Wickens C.D., Schneider W. Deciding the existence of a time-sharing ability: A combined methodology and theoretical approach // *Human Factors*. 26. 1984. Pp. 71-82.
6. North R.A., Gopher D. Measures of attention as predictors of flight performance // *Human Factors*. 18. 1976. Pp. 1-14.
7. Larkin J.H., Anderson J.R. Enriching formal knowledge: A model for learning to solve problems in physics // *Cognitive skills and their acquisition*. Hillsdale. MJ: Erlbaum, 1981.
8. Larkin J.H., McDermott J., Simon D.P., Simon H.A. Models of competence in solving physics problems // *Cognitive Science*. 4. Pp. 317-345.
9. Gaines B.R. The learning of perceptual-motor skills by man and machines and its relationship to training // *Instructional Science*. 1. 1972. Pp. 263-312.