

Модель компетенций учебной дисциплины

Сергей Александрович Сафонцев,

профессор кафедры психологии и педагогики высшего образования факультета психологии Южного федерального университета, доктор педагогических наук

Оксана Викторовна Черных,

аспирант кафедры психологии и педагогики высшего образования факультета психологии Южного федерального университета

• компетенция • учебный модуль • экспертиза • кластер • проблемные и проектные задания •

В современных условиях развития социально-экономических систем образование становится товаром на рынке услуг. Это позволяет субъектам образовательного пространства (учителям, ученикам и их родителям) руководствоваться прагматическим принципом, предложенным американским философом, психологом и педагогом Джоном Дьюи: «истинно то, что полезно», а значит приводит к желаемому практическому результату¹. В связи с этим на первый план выходит ориентированность образовательной системы на компетентность учителя и ученика, первый из которых ответственен за эффективное дидактическое обеспечение учебного процесса, а второй — за ответственное отношение к процессу обучения, хотя бы с помощью своих родителей.

Компетентность (овладение компетенциями) проявляется в умении осуществлять выбор исходя из адекватной оценки своих возможностей в конкретной ситуации и связана с внутренней мотивацией на ценности образования. К ключевым свойствам компетентности, по мнению Е.П. Ильина, можно отнести следующие:

1. Знания как набор фактов, требуемых для выполнения работы, которые являются более широким и основополагающим понятием, чем навыки.

Знания представляют интеллектуальный контекст, в котором работает человек.

2. Навыки как владение средствами и методами выполнения определённой задачи, которые проявляются в широком диапазоне: от физической силы и сноровки до специализированного обучения. Общим свойством навыков является их конкретность.

3. Способность как врождённая предрасположенность (одарённость) выполнять определённую задачу.

4. Стереотипы поведения как видимые формы действий, предпринимаемых для выполнения задачи. Поведение включает в себя наследованные и приобретённые реакции на ситуации и ситуационные раздражители. Поведение индивида проявляет его ценности, этику, убеждения и реакцию на окружающий мир. Когда человек демонстрирует уверенность в себе, формирует из коллег команду или проявляет склонность к действиям, его поведение соответствует требованиям организации. Ключевым аспектом является возможность наблюдать это поведение.

5. Усилия (воля) как сознательное приложение в определённом направлении ментальных и физических ресурсов. Усилия составляют ядро рабочей этики. Любому человеку можно простить нехватку таланта или средние способности, но никогда — недостаточные усилия. Без усилий человек напоминает вагоны без локомотива, которые также полны способностей, однако безжизненно стоят на рельсах².

Американские исследователи в области управления персоналом Л.М. и С.М. Спенсеры

¹ Дьюи Дж. Психология и педагогика мышления (Как мы мыслим). М., 1999.

² Ильин Е.П. Мотивация и мотивы. СПб: Питер, 2006.

помимо знаний и навыков к базовым качествам компетентности относят:

- 1) мотивы, то есть то, о чём человек думает и хочет постоянно, что вызывает его действие;
- 2) психофизиологические особенности, характеризующие физические реакции на различные ситуации и информацию;
- 3) Я-концепцию, включающую установки и ценности человека³.

Наиболее сложно влиять на мотивацию личности, так как согласно концепции полного акта мышления в процессе обучения происходит ряд превращений:

- от противоречий между различными представлениями к возникновению желаний;
- от проявления заинтересованности к определению доминирующего желания;
- от формирования вектора воли к внутренней мотивации.

Для того чтобы данный механизм превращений личности ученика заработал, необходимо обеспечить разнообразие выбора вариантов выхода из проблемной ситуации, а также добиться автоматизма в применении методологии научного исследования. Именно эти задачи решаются в рамках управляемого самостоятельного обучения.

Учитель должен постоянно ориентироваться на ключевые компетенции⁴ и учитывать характерные особенности постиндустриальной системы образования⁵, а также владеть навыками проектирования методической системы преподавания на основе кластерного метода⁶. Наиболее эффективным способом решения поставленных задач является экспертная оценка содержательной значимости программных вопросов с целью выявления наиболее содержательно значимых структурных элементов, на основе которых можно разработать проблемные и проектные задания⁷.

Основоположником применения экспертных методов в педагогике является В.С. Черепанов⁸, идеи которого развил Е.А. Михайлычев в научно-методическом пособии «Дидактическая тестология»⁹, где рассматриваются различные уровни структурирования учебных программ. На основе принципа дискретности образовательной квалиметрии, утверждающего, что всякое педагогическое действие содержит целое число структур-

ных элементов, рассчитываются комбинированные весомости учебных элементов.

Рассмотрим в качестве примера программу учебной дисциплины «Информатика и информационные технологии». В экспертном бланке (таблица 1) приведены выраженные в процентах усреднённые суждения привлечённых специалистов в данной области знаний о весомости разделов относительно курса (Р/К), тем относительно соответствующего раздела (Т/Р) и вопросов относительно темы, в которую они входят (В/Т). В каждом случае суммарная весомость элементов более низкого уровня структурирования относительно элемента более высокого уровня принимается равной 100%. Согласно стратегии мягкого рейтингового оценивания, диапазон разброса относительных весомостей на любом уровне структурирования (курс, раздел, тема) не превышает ±5%. Комбинированная весомость учебных элементов вычисляется по формуле:

$$(KB)_{ijk} = N_K(P_i/K)N_{P_i}(T_j/P_i)N_{T_j}(B_k/T_j)/100000,$$

где $(KB)_{ijk}$ — комбинированная весомость k-го вопроса, j-й темы, i-го раздела программы; N_K — количество разделов в курсе; (P_i/K) — весомость i-го раздела относительно курса; N_{P_i} — количество тем в i-м разделе; (T_j/P_i) — весомость j-й темы относительно i-го раздела; N_{T_j} — количество вопросов в j-й теме; (B_k/T_j) — весомость k-го вопроса относительно j-й темы. Комбинированные весомости структурных элементов учебной дисциплины превышают 10 условных единиц¹⁰.

³ Спенсер Л.М., Спенсер С.М. Компетенции на работе. М.: НИРО, 2005.

⁴ Зимняя И.А. Ключевая компетенция — новая парадигма результата образования // Высшее образование сегодня. 2003. № 5.

⁵ Равен Дж. Компетентность в современном обществе: выявление, развитие и реализация. М., 2002.

⁶ Сафонцева Н.Ю. Кластерный метод проектирования педагогических объектов. Ростов н/Д.: Изд-во Рост. ун-та, 2006.

⁷ Сафонцева Н.Ю., Черкашина А.Г. Проблемное обучение на основе кластерного проектирования учебных программ. Ростов н/Д.: Изд-во РО ИПК и ПРО, 2010.

⁸ Черепанов В.С. Экспертные оценки в педагогических исследованиях. М., 1989.

⁹ Михайлычев Е.А. Дидактическая тестология. М.: Народное образование, 2001.

¹⁰ Сафонцев С.А., Левченко А.А. Стандартизация образовательных систем. Ростов н/Д.: Изд-во РО ИПК и ПРО, 2008.

Таблица 1

**Экспертный бланк учебной дисциплины
«Информатика и информационные технологии»**

№	Содержание раздела, темы, вопроса	Р/К	Т/Р	В/Т	КВ
1	Информация и информационные процессы	22,5			
1.1	Информационная деятельность человека		20,0		
1.1.1	Психофизиология информационной деятельности			55,0	9,9
1.1.2	Разнообразие и индивидуальные особенности восприятия, запоминания и понимания информации			45,0	8,1
1.2	Роль информации в современном обществе		23,3		
1.2.1	Информационные ресурсы образования			38,3	12,0
1.2.2	Виды профессиональной информационной деятельности человека			33,4	10,5
1.2.3	Профессии, связанные с построением математических и компьютерных моделей, программированием			28,3	8,9
1.3	Общественные механизмы в сфере информации		26,7		
1.3.1	Экономика информационной сферы			13,5	13,0
1.3.2	Стоимостные характеристики информационной деятельности			10,0	9,6
1.3.3	Роль стандартов в современном обществе			11,0	10,6
1.3.4	Стандартизация в области информационных технологий			15,8	15,2
1.3.5	Стандарты описания информационных ресурсов			16,2	15,6
1.3.6	Информационная этика и право, информационная безопасность			17,5	16,8
1.3.7	Правовые нормы, относящиеся к информации			8,5	8,2
1.3.8	Роль средств массовой информации			7,5	7,2
1.4	Дискретизация и кодирование		30,0		
1.4.1	Основные подходы к определению понятия «информация»			13,1	10,6
1.4.2	Виды и свойства информации			19,3	15,6
1.4.3	Примеры систем двоичного кодирования различных алфавитов			16,4	13,3
1.4.4	Сигнал, кодирование, декодирование, сжатие			21,7	17,6
1.4.5	Скорость передачи информации			11,7	9,5
1.4.6	Дискретное представление результатов измерений текстовой, звуковой, видео информации			17,8	14,4
2	Моделирование и проектирование	15,0			
2.1	Системы, взаимодействия		28,3		
2.1.1	Состояние объекта. Система, компоненты, взаимодействие компонентов			45,0	5,7
2.1.2	Информационное взаимодействие в системе. Графы. Графы переходов, графы взаимодействия			55,0	7,0
2.2	Управление, обратная связь		33,4		
2.2.1	Управление в повседневной деятельности человека			15,0	5,6

№	Содержание раздела, темы, вопроса	Р/К	Т/Р	В/Т	КВ
2.2.2	Анализ и описание объекта, задача выбора оптимальной модели управления			18,9	7,1
2.2.3	Математическое и компьютерное моделирование систем управления			25,0	9,4
2.2.4	Примеры управления в социальных, технических, биологических системах			22,2	8,3
2.2.5	Команды управления и сигналы датчиков для устройств управления, экранных объектов и ИКТ			18,9	7,1
2.3	Моделирование и проектирование		38,3		
2.3.1	Связь между непрерывными моделями, их дискретными приближениями и компьютерными реализациями			8,0	5,5
2.3.2	Машинные представления целых и действительных чисел. Точность вычислений			7,5	5,2
2.3.3	Описания объектов, процессов и систем, соответствие описания реальности поставленным целям			14,7	10,1
2.3.4	Использование описания в процессах общения, практической деятельности, исследования			12,2	8,4
2.3.5	Математические модели			17,5	12,1
2.3.6	Модели информационных процессов в технических, биологических и социальных системах			16,5	11,4
2.3.7	Моделирование, прогнозирование, проектирование в человеческой деятельности			11,1	7,7
2.3.8	Использование сред имитационного моделирования			12,5	8,6
3	Алгоритмизация и программирование	30,0			
3.1	Логический язык		18,0		
3.1.1	Имена, логические операции, кванторы, правила построения и семантика			15,0	10,1
3.1.2	Примеры записи утверждений на логическом языке			21,5	14,5
3.1.3	Логические формулы при вычислениях в электронных таблицах			17,0	11,5
3.1.4	Логические основы устройства компьютера			25,0	16,9
3.1.5	Логические функции. Схемы из функциональных элементов			21,5	14,5
3.2	Алгоритмический язык		15,0		
3.2.1	Правила построения и выполнения алгоритмов			30,0	13,5
3.2.2	Разбиение задачи на подзадачи			28,0	12,6
3.2.3	Использование имён для алгоритмов и объектов			20,0	9,0
3.2.4	Примеры записи алгоритмов на алгоритмическом языке для графических и числовых исполнителей			22,0	9,9
3.3	Вычислимые функции		18,7		
3.3.1	Функции, вычисляемые алгоритмами			30,0	16,8

Продолжение таб. 1

№	Содержание раздела, темы, вопроса	Р/К	Т/Р	В/Т	КВ
3.3.2	Полнота формализации понятия вычислимости			26,0	14,6
3.3.3	Универсальная вычислимая функция			24,0	13,5
3.3.4	Алгоритмы решения задач вычислительной математики			20,0	11,2
3.4	Построение алгоритмов		23,3		
3.4.1	Системы счисления, арифметические операции и перевод			45,0	15,7
3.4.2	Арифметические действия в системах счисления			55,0	19,2
3.5	Типы данных		25,0		
3.5.1	Основные конструкции данных			38,3	21,5
3.5.2	Матрицы (массивы)			33,4	18,8
3.5.3	Работа с числами, матрицами, строками			28,3	16,0
4	Компьютер и программное обеспечение	22,5			
4.1	Правила работы с ИКТ		45,0		
4.1.1	Безопасность, гигиена, эргономика, ресурсосбережение			55,0	11,1
4.1.2	Технологические требования при эксплуатации ИКТ			45,0	9,1
4.2	Архитектура компьютеров и компьютерных сетей		55,0		
4.2.1	Аппаратное обеспечение компьютера			26,4	13,1
4.2.2	Программное обеспечение компьютера			30,0	14,9
4.2.3	Операционные системы			23,6	11,7
4.2.4	Операционные оболочки			20,0	9,9
5	Практика применения ИКТ	15,0			
5.1	Практика применения ИКТ		20,0		
5.1.1	Планирование и проектирование применения ИКТ. Основные этапы, схемы, взаимодействия			30,0	7,2
5.1.2	Типичные неисправности и трудности в использовании ИКТ			27,0	6,5
5.1.3	Профилактика оборудования. Комплектация рабочего места средствами ИКТ			23,0	5,5
5.1.4	Оценка числовых параметров информационных объектов и процессов			20,0	4,8
5.2	Организация и поиск информации		29,0		
5.2.1	Представление о системах управления базами данных, поисковых системах в компьютерных сетях			11,7	6,1
5.2.2	Компьютерные архивы информации: электронные каталоги, базы данных. Организация баз данных			14,0	7,3
5.2.3	Примеры баз данных: юридические, библиотечные, здравоохранения, налоговые, социальные, кадровые			13,3	6,9
5.2.4	Формирование базы данных учащихся в школе			22,0	11,5

№	Содержание раздела, темы, вопроса	Р/К	Т/Р	В/Т	КВ
5.2.5	Логические формулы при поиске в базах данных			17,3	9,0
5.2.6	Использование инструментов поисковых систем для работы с образовательными порталами			21,7	11,3
5.3	Телекоммуникационные технологии		21,0		
5.3.1	Представление о средствах телекоммуникационных технологий			14,5	5,5
5.3.2	Использование средств телекоммуникаций в коллективной деятельности			13,8	5,2
5.3.3	Технология и средства защиты информации от разрушения, несанкционированного доступа			11,7	4,4
5.3.4	Электронная подпись. Правила подписки на антивирусные программы и их настройка			21,7	8,2
5.3.5	Инструменты создания информационных объектов для Интернета			18,5	7,0
5.3.6	Методы и средства создания и сопровождения сайта			19,3	7,3
5.4	Создание и разработка мультимедийного объекта, включающего текст, аудио- и видеоинформацию		30,0		
5.4.1	Постановка задачи, выбор темы			28,3	7,6
5.4.2	Систематизация материала в соответствии с разработанным планом			33,4	9,0
5.4.3	Подготовка материала для размещения в сети: создание структуры документа			38,3	10,3

Принципиальным отличием учебного модуля от раздела, темы и вопроса учебной программы является оптимизация его содержания. Уроки должны посвящаться наиболее значимым структурным элементам программы, на основе содержания которых могут быть разработаны проблемные задания, содержащие описание реальной ситуации неопределённости и возможные варианты её разрешения на основе методологии научного исследования. Остальные программные вопросы либо обсуждаются в ходе диалога с учениками, либо выносятся на самостоятельную работу. Таким образом, модульное структурирование рабочей программы учебной дисциплины обеспечивает доминирование проблемной направленности процесса обучения над причинно-следственными взаимосвязями программного материала, что приводит к минимизации условия предшествования, то есть необходимой для освоения учебного модуля ранее усвоенной учениками информации¹¹.

Квалиметрическая экспертиза представляет собой разновидность кластерного анализа, сущность которого заключается в постановке в соответствие множества объектов X множеству кластеров Y . В качестве множества X следует рассматривать выборочную совокупность $X^n = \{x_1, \dots, x_n\}$, которую необходимо разбить на непересекающиеся подмножества $Y^m = \{y_1, \dots, y_m\}$ множества Y . При этом каждый объект x_i должен принадлежать только одному подмножеству разбиения y_j , все элементы которого сходны между собой по определённому признаку, а элементы различных кластеров существенно отличаются друг от друга. Если речь идёт о разработке модульной структуры рабочей учебной программы, то X включает в себя структурные элементы, а Y — учебные модули.

В процессе проведения кластерного анализа задаётся целевая функция,

¹¹ Сафонцев С.А., Сафонцева Н.Ю. Социально-педагогическое проектирование образовательного процесса: Учебное пособие. Ростов н/Д.: Изд-во РО ИПК и ПРО, 2010.

одной из разновидностей которой может быть расстояние между объектами $d(x_i, x_j)$, удовлетворяющее следующим требованиям:

- 1) объекты должны попасть в один кластер, когда расстояние между точками x_i и x_j мало;
- 2) если же расстояние большое, то они попадут в разные кластеры.

В случае p -мерного евклидового пространства E_p выполняются следующие соотношения:

- 1) $d(x_i, x_j) \geq 0$, для всех x_i и x_j принадлежащих E_p ;
- 2) $d(x_i, x_j) = 0$, при условии, что $x_i = x_j$;
- 3) $d(x_i, x_j) = d(x_j, x_i)$;
- 4) $d(x_i, x_j) \leq d(x_i, x_k) + d(x_k, x_j)$, где x_i, x_j и x_k — любые три вектора из E_p .

Рассматривая множество вопросов учебной дисциплины, можно группировать их в соответствии с традиционной классификацией по темам и разделам, что приведёт к одному из возможных субъективных критериев качества кластеризации. А можно, опираясь на традиционные уровни структурирования, предложить экспертам определить весомость разделов относительно курса, тем относительно разделов и вопросов относительно тем с помощью стратегии мягкого рейтингового оценивания. При этом близость комбинированных весомостей учебных элементов указывает не только на схожесть их содержательной значимости, но и на малое расстояние между ними в трёхмерном евклидовом пространстве стратификации выборочной совокупности программных вопросов.

На основе результатов экспертной оценки содержательной значимости элементов программы «Информатика и информационные технологии» можно сформировать от 8-ми до 13-ти учебных модулей, так как каждый из них должен содержать от 3-х до 5-ти структурных элементов, общее количество которых по результатам проведённой экспертизы составило 38 вопросов с комбинированной весомостью больше 10,0. Учитывая, что наибольшая комбинированная весомость структурного элемента оказалась равной

21,5, осуществим квантование содержательной значимости на три ранговых диапазона.

Структурные элементы с комбинированными весомостями 10,1–13,9 соответствуют третьему рангу и позволяют разработать на основе их содержания хотя бы одно проблемное задание. Структурные элементы второго ранга (14,0–17,7) образуют внутримодульные взаимосвязи, на стыке содержания которых можно разрабатывать комбинированные проектные задания. Наконец, структурные элементы первого ранга (17,8–21,5) способны образовывать межмодульные и междисциплинарные взаимосвязи структурных элементов. Знание рангов содержательности структурных элементов позволяет определить содержание учебных модулей, так как каждый из них должен кроме проблемных заданий и теста рубежного контроля включать в себя полноценное проектное задание, составленное на основе одной из компетенций¹².

В первый модуль «Информационная деятельность человека» можно включить три структурных элемента (121; 122; 136), один из которых соответствует второму рангу содержательной значимости. Композитное проектное задание позволяет ученикам выполнить конкретное действие по информационной безопасности в профессиональной деятельности. Суммарная комбинированная весомость соответствующих структурных элементов составляет 27,3 условных единиц.

Второй модуль «Общественные механизмы в сфере информации» содержит четыре структурных элемента (131; 133; 134; 135), два из которых обладают комбинированными весомостями, соответствующими второму рангу содержательной значимости и позволяющими разработать проектное задание на стандартизацию информационных ресурсов (30,8).

В третий модуль «Дискретизация и кодирование» включены пять структурных элементов (141; 142; 143; 144; 146), три из которых соответствуют второму рангу содержательной значимости и позволяют разработать два проектных задания на кодирование сигнала (33,2) и использование двоичного кода для передачи информации (27,7).

Четвёртый модуль «Моделирование и проектирование» включает в себя три структурных элемента (233; 235; 236) третьего ранга и при разработке проектного задания

¹² Сафонцев С.А., Черных О.В. Интегральный подход к измерению компетентности как латентной переменной. Ростов н/Д.: Изд-во РКСИ, 2011.

должен опираться на межмодульную взаимосвязь со структурным элементом первого ранга 352. Это позволяет ученикам освоить математическое моделирование с использованием матриц (30,9).

Пятый модуль «Логический язык» содержит пять структурных элементов (311; 312; 313; 314; 315), три из которых второго ранга. В качестве проектных заданий рассматривается представление устройства компьютера в виде логических утверждений (31,4) и использование логических функций электронных таблиц (26,0).

Шестой модуль «Алгоритмический язык» включает в себя три структурных элемента (321; 322; 334) и опирается на межмодульную взаимосвязь со структурным элементом первого ранга 342. В качестве проектного задания производится построение алгоритма с использованием различных систем счисления (32,7).

В седьмой модуль «Вычислимые функции» включены три структурных элемента (331; 332; 333), два из которых второго ранга и позволяют разработать проектное задание на формализацию реального процесса с помощью алгоритма (31,4).

Восьмой модуль «Построение алгоритмов» содержит пять структурных элементов (341; 342; 351; 352; 353). Комбинированные веса двух из них соответствуют второму рангу, а трёх других — первому рангу содержательной значимости. Это позволяет помимо участия структурных элементов данного модуля в трёх межмодульных взаимосвязях разработать три проектных задания, посвящённых практическим применениям арифметических действий в различных системах счисления (34,9), конструированию данных с помощью матриц (40,3) и использованию операций с матрицами (37,5).

Девятый модуль «Правила работы с ИКТ» включает в себя четыре структурных элемента (411; 421; 422; 423), один из которых соответствует второму рангу содержательной значимости и позволяет разработать проектное задание на взаимосвязь программного и аппаратного обеспечения компьютера (28,0).

Наконец, десятый модуль «Организация и поиск информации» содержит три структурных элемента (524; 526; 543) третьего ранга и позволяет осуществить межмодульную взаимосвязь со структурным элементом первого ранга 351 для того, чтобы разработать проектное задание на создание школьной базы данных (33,0).

Более наглядно представить содержание учебных модулей можно с помощью матричной формы представления кластеров. Одной из разновидностей целевых функций кластерного анализа является сходство между объектами $S(x_i, x_j) = x_i/x_j$, удовлетворяющее следующим соотношениям:

- 1) $S(x_i, x_j) = 1$, если $x_i = x_j$;
- 2) $S(x_i, x_j) = 1/S(x_j, x_i)$.

В этом случае коэффициенты связности можно объединить в симметричную относительно главной диагонали матрицу. В программном кластере коэффициенты связности S_{ij} характеризуют степень взаимосвязи определённого структурного элемента x_j с центральным элементом кластера x_i , что позволяет количественно оценить значимость соответствующей компетенции, которой должны овладеть ученики в процессе изучения учебного модуля. В качестве примера приведём оптимизированный программный кластер третьего модуля учебной дисциплины «Информатика и информационные технологии» (таблица 2).

Таблица 2

Программный кластер учебного модуля «Дискретизация и кодирование»

Центр	144 (17,6)	142 (15,6)	146 (14,4)	143 (13,3)	141 (10,6)
144 (17,6)	1	0,89	0,82	0,76	0,60
142 (15,6)	1,13	1	0,92	0,85	0,68
146 (14,4)	1,22	1,08	1	0,92	0,74
143 (13,3)	1,32	1,17	1,08	1	0,80
141 (10,6)	1,66	1,47	1,36	1,25	1

С помощью программного кластера можно не только представить совокупность коэффициентов, характеризующих взаимосвязи отдельных структурных элементов в процессе формирования компетентности ученика, но и сформулировать диагностические заключения, касающиеся процедуры оптимизации содержания учебного модуля. Чтобы сократить до минимума условия предшествования, необходимо начать освоение модуля с наиболее содержательно значимого структурного элемента, в нашем примере это 144 «Сигнал, кодирование, декодирование, сжатие». Предлагая проблемную ситуацию на перечисленные понятия, учитель сможет завязать диалог с учениками, попутно разбираясь с различными видами и свойствами информации. Затем разговор может быть продолжен на основе ситуации неопределённости, касающейся дискретного представления результатов измерений различных видов информации. В качестве одного из примеров можно рассматривать системы двоичного кодирования алфавита. И только в конце изучения программного материала в качестве обобщения можно разобрать основные подходы к определению понятия «информация». Таким образом, нарушив логические взаимосвязи между отдельными программными вопросами, учитель организует проблемный метод обучения, позволяющий стимулировать заинтересованность учеников и понятийное усвоение ими изучаемого материала.

Формирование внутренней мотивации учеников к продолжению образования завершает выполнение ими проектных заданий. Поэтому дидактическое обеспечение учебной дисциплины «Информатика и информационные технологии» включает в себя 52 ситуации неопределённости различного содержания и форм предъявления. 38 из них оказываются обычными проблемными заданиями, опирающимися на содержание одного структурного элемента (независимо от его ранга), а 16 являются композитными, в основу содержания которых положены два структурных элемента.

Представить дидактическое обеспечение методической системы учителя можно с помощью проблемного кластера, который формируется на основе целевой функции долевого вклада структурных элементов

в содержание ситуаций неопределённости $V(x_i, x_j)$, удовлетворяющей следующим соотношениям:

- 1) $V(x_i, x_j) = 1$, если $x_i = x_j$;
- 2) $V(x_i, x_j) = V(x_i / (x_i + x_j))$, если $x_i \neq x_j$ и один из структурных элементов обладает вторым или первым рангом содержательной значимости;
- 3) $V(x_i, x_j) = 1 - V(x_j, x_i)$.

Помимо единичных диагональных элементов матрица проблемного кластера содержит численные значения долевого участия структурных элементов в содержании композитных проблемных заданий, которые пропорциональны их комбинированной весомости. Поэтому сумма всех элементов проблемного кластера равна минимально необходимому количеству ситуаций неопределённости (52). Чтобы представить проблемный кластер более компактно, каждый последующий его фрагмент сдвигается по горизонтали к началу таблицы. Исключение составляют затенённые крайние столбцы фрагментов матрицы, в которых указаны структурные элементы из других модулей, с которыми взаимосвязаны входящие в соответствующий модуль структурные элементы (таблица 3).

Опираясь на процедуру разработки проблемных и проектных заданий в процессе кластерного моделирования рабочей программы, составим модель компетенций учебной дисциплины «Информатика и информационные технологии». Для этого необходимо ранжировать конкретные действия, представленные в виде композитных проектных заданий, в соответствии с суммарной комбинированной весомостью структурных элементов, положенных в их основу:

1. Конструирование данных с помощью матриц. (40,3)
2. Операции с матрицами. (37,5)
3. Применение арифметических действий в различных системах счисления. (34,9)
4. Кодирование сигнала. (33,2)
5. Создание школьной базы данных. (33,0).
6. Построение алгоритма с использованием различных систем счисления. (32,7)
7. Формализация реального процесса с помощью алгоритма. (31,4)
8. Представление устройства компьютера в виде логических утверждений. (31,4)

9. Математическое моделирование с использованием матриц. (30,9).
10. Стандартизация информационных ресурсов. (30,8).
11. Взаимосвязь программного и аппаратного обеспечения компьютера. (28,0).
12. Использование двоичного кода для передачи информации (27,7).
13. Информационная безопасность в профессиональной деятельности. (27,3)
14. Использование логических функций электронных таблиц. (26,0).

С целью сокращения кластера компетенций учебной дисциплины, который обычно не превышает 12-ти взаимосвязанных элементов, можно подвергнуть его многокритериальному анализу иерархических предпочтений. Однако данная экспертная процедура применяется при разработке интегральной модели компетентности выпускника образовательного учреждения. Таким образом, в результате проведённого нами исследования получен перечень необходимых моделей поведения ученика, которые должны быть освоены в процессе изучения учебной дисциплины «Информатика и информационные технологии».

ЛИТЕРАТУРА

1. Дьюи Дж. Психология и педагогика мышления (Как мы мыслим). М., 1999.
2. Зимняя И.А. Ключевая компетенция — новая парадигма результата образования // Высшее образование сегодня. 2003. № 5.
3. Ильин Е.П. Мотивация и мотивы. СПб: Питер, 2006.
4. Михайлычев Е.А. Дидактическая тестология. М.: Народное образование, 2001.
5. Равен Дж. Компетентность в современном обществе: выявление, развитие и реализация. М., 2002.
6. Сафонцев С.А., Левченко А.А. Стандартизация образовательных систем. Ростов н/Д., 2008.
7. Сафонцев С.А., Сафонцева Н.Ю. Социально-педагогическое проектирование образовательного процесса: Учебное пособие. Ростов н/Д.: Изд-во РО ИПК и ПРО, 2010.
8. Сафонцева Н.Ю. Кластерный метод проектирования педагогических объектов. Ростов н/Д.: Изд-во Рост. ун-та, 2006.
9. Сафонцева Н.Ю., Черкашина А.Г. Проблемное обучение на основе кластерного проектирования учебных программ. Ростов н/Д.: Изд-во РО ИПК и ПРО, 2010.
10. Сафонцев С.А., Черных О.В. Интегративный подход к измерению компетентности как латентной переменной. Ростов н/Д.: Изд-во РКСИ, 2011.
11. Спенсер Л.М., Спенсер С.М. Компетенции на работе. М.: НРРО, 2005.
12. Черепанов В.С. Экспертные оценки в педагогических исследованиях. М., 1989. □