

УДК 378.146

МОДУЛЬНОЕ СТРУКТУРИРОВАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

С. А. Сафонцев, Н. Ю. Сафонцева

Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону)

Поступила в редакцию 21 марта 2015 г.

Аннотация: в связи с разработкой профессиональных стандартов педагогической и научно-педагогической деятельности в образовательной организации высшего образования особое значение приобретает модульное структурирование образовательных и учебных программ на основе трудовых функций будущих выпускников университета. В результате разведения понятий «образовательный модуль» и «учебный модуль» на первое место выходит автономная экспертиза наиболее содержательно значимых структурных элементов учебной дисциплины. С помощью построения дендрограммы в двухмерном континууме логических и конструктивных взаимосвязей удается сформировать учебные модули, включающие в себя проблемные, тестовые и проектные задания, которые стимулируют заинтересованность процессом обучения, рефлексию собственных достижений и внутреннюю мотивацию студентов. В качестве способа определения степени овладения трудовыми функциями предлагается использовать критериально-ориентированную оценочную шкалу.

Ключевые слова: трудовые функции, образовательный модуль, учебный модуль, структурный элемент, кластер разнообразия.

Abstract: In connection with the development of professional standards of pedagogical and scientific-pedagogical activity in educational organization of higher education the importance of particular modular structuring of educational and training programs based on the work functions of future graduates of the University. As a consequence of making the system of education to the demands of employers and job characteristics of employees of enterprises and organizations of transformation descriptors of competencies in the functional map of a certain kind of professional activity.

Key words: work functions, education module, training module, structural element, cluster diversity.

Основной отличительной чертой современного этапа модернизации отечественного образования является переход от матрицы соответствия компетенций элементам образовательной программы к функциональной карте определенного вида профессиональной деятельности. Добиться реализации поставленной цели позволяет модульная структура процесса обучения, в основу которой положены трудовые функции будущего выпускника университета. При этом дескрипторы отдельных стандартов поведения заменяются квалификационными требованиями Профессионального стандарта.

В процессе разработки образовательной программы определенного направления и профиля необходимо различать образовательные модули, объединяющие группы небольших дисциплин, каждая из которых посвящена одному и тому же конкретному действию, способствующему освоению необходимой трудовой функции. Например, в проекте Профессионального стандарта «Педагогический и научно-педагогический работник (педагогическая и научно-педагогическая деятельность в образовательных организациях высшего образования)» трудовая функция А/02.7 «Реализовывать педагогический процесс по отдельным видам учебных занятий» в процессе подготовки магистрантов по профилю «Международное и сравнительное образование» может осваиваться с помощью дисциплин «Измерение латентных переменных в образовательном процессе», «Кластерное моделирование учебного процесса» и «Квалиметрия образовательного процесса», в состав которых включены проектные задания, позволяющие овладеть компетенцией ПК-23 «Готовность использовать современные инновационные методы и технологии в проектировании учебной работы». Таким образом, несмотря на то, что процесс разработки Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) направлен на постепенное создание Профессионального стандарта, освоение трудовых функций не сможет заменить личностную направленность стандартов поведения.

© Сафонцев С. А., Сафонцева Н. Ю., 2015

Учебный модуль обладает автономностью и обеспечивает сокращение до минимума условия предшествования, которое предполагает предварительное усвоение определенного программного материала [1]. Этот эффект достигается изучением дисциплины не в строгом соответствии с формальной логикой, а на основе проблемных заданий при постоянной поддержке студентов со стороны преподавателя. Предположим, что преподавателю поручено прочитать курс «Кластерное моделирование учебного процесса» магистрантам первого года обучения направления подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика» с профилем «Прикладная информатика в естественно-научном образовании». Согласно числу кредитов и с учетом промежуточной аттестации в форме экзамена планируется освоение двух учебных модулей, посвященных профессиональным компетенциям ФГОС ВО 3+.

В рамках кластерного анализа педагогических объектов магистрантам может быть предложено освоить кредитование компетенций посредством метода анализа иерархий [2], что соответствует ПК-3 «Способность ставить и решать прикладные задачи в условиях неопределенности и определять методы и средства их эффективного решения». Вторую часть курса предполагается посвятить модульному структурированию учебной дисциплины как конкретному действию по освоению

ПК-2 «Способность формализовывать задачи прикладной области, при решении которых возникает необходимость использования количественных и качественных оценок».

Руководитель образовательной программы, учитывая область научных интересов и публикационную активность преподавателя, предоставляет ему возможность осуществить автономную экспертизу учебной дисциплины с целью выявления структурных элементов и их ранжирования. На первом этапе разработки рабочей программы учебной дисциплины необходимо представить генеральную совокупность интересующих нас вопросов, относящихся к данной области научного знания с целью формирования выборочной совокупности структурных элементов.

Современные сетевые средства в полной мере позволяют сформировать представления как об основных понятиях, в данном случае кластерного анализа, так и о предполагаемых конкретных действиях, которые должны совершить и представить в форме проектов студенты. Задавая в поисковике сети Интернет «Кластерный анализ», заполняют первый раздел экспертного бланка учебной дисциплины, а при воспроизведении названий статей по данной тематике определяют содержание последующих разделов учебной дисциплины, которое заносится в бланк автономной экспертизы в виде тем и отдельных вопросов (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Экспертный бланк учебной дисциплины

№	Раздел, тема, вопрос	Р/К	Т/Р	В/Т	КВ	Ранг
1	2	3	4	5	6	7
1	Кластерный анализ	29				
1.1	Входные данные		45			
1.1.1	Матрица сходства			55	8,6	
1.1.2	Матрица расстояний			45	7,0	
1.2	Методы кластеризации		55			
1.2.1	Вероятностный подход			29	8,3	
1.2.2	Логический подход			33	9,5	
1.2.3	Иерархический подход			38	10,9	12
2	Кредитование компетенций	35				
2.1	Система компетентностного образования		29			
2.1.1	Целостность			17	7,8	
2.1.2	Иерархичность			15	6,9	
2.1.3	Целевая функция			23	10,5	15
2.1.4	Конструкт			25	11,4	11
2.1.5	Закон необходимого разнообразия			20	9,1	
2.2	Социологическое исследование суждений работодателей		38			
2.2.1	Метод анализа иерархий			15	9,0	
2.2.2	Шкала предпочтений			20	12,0	8
2.2.3	Целевая функция сходства			17	10,2	18
2.2.4	Кластер предпочтений			23	13,8	4

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
2.2.5	Диаграмма предпочтений			25	15,0	2
2.3	Кредитная мера учебной нагрузки		33			
2.3.1	Комбинированная весомость компетенции			33	10,3	17
2.3.2	Кредитование компетенций			38	11,9	9
2.3.3	Публикационная активность преподавателя			29	9,0	
3	Модульное структурирование учебной дисциплины	36				
3.1	Учебный модуль		38			
3.1.1	Условие предшествования			23	14,2	3
3.1.2	Автономная экспертиза учебной дисциплины			17	10,5	15
3.1.3	Мягкое оценивание			20	12,3	6
3.1.4	Комбинированная весомость структурного элемента			25	15,4	1
3.1.5	Содержательная валидность рабочей программы			15	9,2	
3.2	Компетентностная направленность процесса обучения		33			
3.2.1	Ранжирование структурных элементов			20	10,7	14
3.2.2	Целевая функция расстояний			17	9,1	
3.2.3	Расстояние в двумерном континууме			25	13,4	5
3.2.4	Построение дендрограммы			23	12,3	6
3.2.5	Формирование модулей			15	8,0	
3.3	Разнообразие ситуаций неопределенности		29			
3.3.1	Матрица проблемных заданий			20	9,4	
3.3.2	Матрица тестовых заданий			17	8,0	
3.3.3	Матрица проектных заданий			23	10,8	13
3.3.4	Целевая функция разнообразия			25	11,7	10
3.3.5	Эталонный кластер разнообразия			15	7,0	

Чтобы стратифицировать трехуровневую систему разделов, тем и вопросов учебной дисциплины, необходимо определить весомость разделов относительно всего курса (P/K), тем – относительно соответствующих разделов (T/P) и вопросов – относительно тем, в которые они включены (B/T). Преподаватель должен руководствоваться алгоритмом репрезентативной экспертизы, когда эксперт ставит себя на место представительной выборки и оценивает в процентах вероятность выбора студентами того или иного элемента определенного уровня структурирования. Для наиболее точного оценивания необходимо предварительно составить ранжированный список интересующих нас разделов, тем или вопросов. Например, в теме 3.1 «Учебный модуль» наиболее значимым вопросом в плане формулировки проблемной ситуации является «Комбинированная весомость структурного элемента», который занимает первое место. Затем в порядке убывания значимости следуют: «Условие предшествования», «Мягкое оценивание», «Автономная экспертиза учебной дисциплины», «Содержательная валидность рабочей программы».

На каждый из пяти вопросов в среднем приходится вероятность выбора 20 %. Согласно

процедуре мягкого оценивания, лидер ранжированного списка должен получить на 5 % больше среднего уровня, а отстающий – на 5 % меньше. Указанные различия позволяют рассматривать разброс результатов репрезентативной экспертизы на одном из уровней структурирования в пределах статистической значимости 0,05, которая может быть превышена только при условии, что лидер среди вопросов оказывается в наиболее значимой теме. При этом весомость разделов учебной дисциплины способна нивелировать различия между предполагаемыми модулями рабочей программы.

Поскольку количества элементов на различных уровнях структурирования отличаются друг от друга, относительные весомости разделов, тем и вопросов умножаются на их количества, что позволяет определить сопоставимые значения комбинированных весомостей программных вопросов по формуле:

$$(KB)_{ijk} = N_k(P_i/K)N_{P_i}(T_j/P_i)N_{T_j}(B_k/T_j)/100.000,$$

где 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 вопро-

са относительно j-й темы. В нашем примере необходимыми значениями комбинированных весомостей (КВ), превышающими 10,0 условных единиц, обладают 18 структурных элементов, которые необходимо расположить в логической последовательности (ЛП) вдоль горизонтальной ранговой шкалы, каждое расстояние между соседними вопросами которой можно принять равным единице. По вертикали следует распределить структурные элементы в соответствии с уменьшением их комбинированных весомостей. В результате образуется двухмерный континуум с взаимно сбалансированной метрикой логического и проблемного обучения (табл. 2).

На втором этапе модульного структурирования учебного процесса, согласно целевой функ-

ции расстояний приступим к последовательному их определению с помощью теоремы Пифагора: $D_{ij}^2 = (x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2$. Достаточно установить логический $(x_i - x_j)$ и проблемный $(y_i - y_j)$ катеты прямоугольного треугольника, чтобы стала очевидной его гипотенуза D_{ij} . Например, между структурными элементами 323 и 324 единичные логическое и проблемное расстояния. Сумма их квадратов равна двум, а корень квадратный примерно 1,4. Это наиболее близкие структурные элементы двухмерного континуума, начинающие формирование кластера на первом уровне построения дендрограммы (табл. 3).

На втором уровне кластеризации объединены структурные элементы 123 и 214, 224 и 225, расстояние между которыми 2,2. На третьем уровне

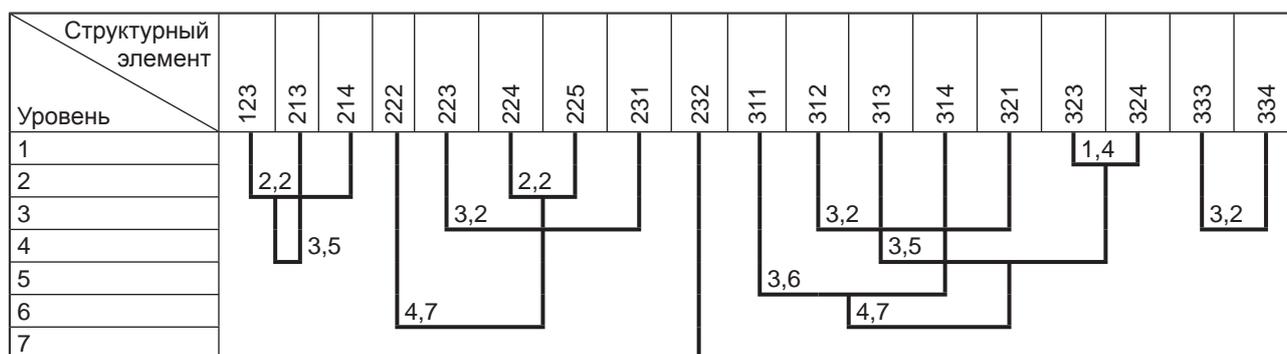
Таблица 2

Континуальное представление структурных элементов

ЛП \ КВ	123	213	214	222	223	224	225	231	232	311	312	313	314	321	323	324	333	334
15,4													•					
15,0							•											
14,2										•								
13,8						•												
13,4															•			
12,3												•				•		
12,0					•													
11,9									•									
11,7																		•
11,4			•															
10,9	•																	
10,8																	•	
10,7														•				
10,5		•									•							
10,3								•										
10,2					•													

Таблица 3

Дендрограмма кластеризации учебной дисциплины



сгруппированы элементы 223 и 231, 312 и 321, 333 и 334 с расстоянием 3,2. На четвертом уровне примерно на одном расстоянии 3,5 оказываются структурные элементы 123–214 и 213, 323–324 и 313. На пятом уровне расстояние 3,6 определяется между элементами 311 и 314. Наконец, на шестом уровне кластеризации становятся явными две модульные структуры: M1 (222, 224, 225); M2 (311, 313, 314, 323, 324). При этом содержательная валидность модульно структурированной рабочей программы, вычисляемая как отношение сумм комбинированных весомостей структурных элементов и соответствующих показателей всех программных вопросов, равна 0,63.

В состав модуля «Кредитование компетенций» должно быть включено концептуальное проблемное задание по шкале предпочтений. Затем следует прикладное задание на построение кластера предпочтений в соответствии с целевой функцией сходства. Наконец, технологическая проблемная ситуация должна быть посвящена построению диаграммы предпочтений. Вычисление комбинированной весомости компетенций и определение кредитного рейтинга стандартов поведения в образовательной программе студенты способны осуществить самостоятельно.

Кластер «Модульное структурирование учебной дисциплины» включает в себя концептуальное задание об условии предшествования, прикладное задание о мягком оценивании и расчете комбинированных весомостей программных вопросов. Технологическое задание должно основываться, как минимум, на двух структурных элементах. Например, определение расстояний в двухмерном континууме и построение дендрограмм позволяет оптимально подготовиться к выполнению проекта.

Третий этап модульного структурирования осуществляется на основе теории информации и кибернетики. Воспользуемся законом необходимого разнообразия: «Система должна обладать разнообразием средств достижения результата превышающим разнообразие возникающих проблем» [3]. Оценивая результаты обсуждения проблемных заданий с помощью двоичной системы, количество независимых результатов текущего контроля определяем следующими сочетаниями: 000; 001; 010; 011; 100; 101; 110; 111. Восемью проблемным состояниям системы соответствует разнообразие: $R_1 = \log_2 8 = 3$. В случае рубежного контроля регистрируется только факт выполнения теста достижений, при котором испытуемый справился с более чем половиной тестовых заданий, в сочетании с независимыми состояниями самостоятельного выполнения проектного задания

(00; 01; 11). Состояние «10» не учитывается, так как факт выполнения теста рубежного контроля при отсутствии проекта не фиксируется. Разнообразие рубежного контроля освоения учебного модуля: $R_2 = \log_2 3 = 1,6$. Следовательно, необходимо 0,6 разнообразия распределить по шести тестовым заданиям.

В результате можно построить кластеры учебных модулей на основе дендрограммы в виде квадратных матриц, элементы которых вычисляются с помощью целевой функции разнообразия, включающей в себя два соотношения:

$$V_{nm} = P_n + 0,1Q_n; (n = m) \text{ и } V_{nm} = (KB)_n / ((KB)_n + (KB)_m), (n \neq m),$$

где P_n – количество проблемных заданий; Q_n – количество тестовых заданий; n – номер строки; m – номер столбца; $(KB)_n$ и $(KB)_m$ – комбинированные весомости структурных элементов высших рангов, внесших свой вклад в проектное задание.

В первом модуле структурный элемент (СЭ) 222 обладает концептуальной направленностью, 224 – прикладной, а 225 – технологической. На основе именно этих структурных элементов разрабатываются проблемные и тестовые задания, а также композитная пара 222+225, являющаяся основой проектного задания (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Кластер разнообразия M1

СЭ	222	224	225
222	1,20	0	0,44
224	0	1,10	0
225	0,56	0	1,30

Аналогично строится второй модуль с соблюдением пропорции 2:1:3 для тестовых заданий. На основе концептуального проблемного задания разрабатываются два тестовых задания, на основе прикладного проблемного задания – одно, а на основе технологического проблемного задания – три (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

Кластер разнообразия M2

СЭ	311	313	314	323	324
311	1,20	0	0	0	0
313	0	0	0	0	0
314	0	0	1,10	0	0
323	0	0	0	0,10	0,52
324	0	0	0	0,48	1,20

Ситуации неопределенности, обеспечивающие разнообразие учебного модуля 4,60, раз-

рабатываются на основе структурных элементов, выявленных с помощью автономной экспертизы и построения дендрограммы. Именно проблемные, тестовые и проектные задания обеспечивают отсутствие условия предшествования и возможность измерения степени освоения трудовых функций студентом на основе критериально-ориентированной оценочной шкалы, что в совокупности обеспечивает компетентностную направленность образовательного процесса.

Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону)

Сафонцев С. А., доктор педагогических наук, профессор кафедры психологии и педагогики высшего образования

E-mail: safontsev-sa@yandex.ru

Тел.: 8(918)551-26-09

Сафонцева Н. Ю., доктор педагогических наук, профессор кафедры педагогики

E-mail: safnat67@mail.ru

Тел.: 8(918)503-91-06

ЛИТЕРАТУРА

1. *Russell J. D. Modular Instruction / J. D. Russell. – Minneapolis : Minn., Burgess Publishing Co., 1974.*

2. *Сафонцева Н. Ю. Формирование конструкта системы дистанционного образования / Н. Ю. Сафонцева, С. А. Сафонцев // Открытое и дистанционное образование. – 2014. – № 1. – С. 18–24.*

3. *Эшби У. Р. Конструкция мозга. Происхождение адаптивного поведения / У. Р. Эшби. – М. : Иностранная литература, 1962.*

South Federal University (Rostov-on-Don)

Safontsev S. A., Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Psychology and Pedagogics of High Educational Department

E-mail: safontsev-sa@yandex.ru

Tel.: 8(918)551-26-09

Safontseva N. Yu., Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Pedagogics Department

E-mail: safnat67@mail.ru

Tel.: 8(918)503-91-06