

КЛАСТЕРНЫЙ МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ

М.С. Кадацкая

CLUSTER METHOD OF EDUCATIONAL MODULES FORMATION

M.S. Kadatskaya

В статье рассматривается решение задачи формирования библиотеки модулей вуза. Предложенный алгоритм позволяет сформировать минимальное для конкретного вуза множество модулей, что позволит проектировать основные образовательные программы с минимальными трудозатратами и уменьшить для преподавателей трудоемкость формирования УМК.

Ключевые слова: базовый модуль, библиотека модулей, кластер, классификация.

The paper discusses the solutions for forming the module library of a higher educational institution (HEI). The algorithm proposed allows forming the minimal number of modules specifically for the given HEI. This allows designing the main study programs with minimal labor costs and decreasing labor intensity of the teaching staff for forming educational-methodological complexes.

Keywords: basic module, module library, cluster, classification.

Введение

В Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) третьего поколения входят дисциплины, которые характеризуются содержанием, трудоемкостью (количество зачетных единиц) и набором компетенций. ФГОС предоставляет вузам свободу при формировании образовательных программ, составление примерных образовательных программ производится разными УМО.

Это приводит к наличию в образовательных программах вуза значительного числа дисциплин, незначительно различающихся друг от друга либо значительно совпадающих.

При включении дисциплины в основную образовательную программу (ООП), а именно в учебный план необходимо рациональное распределение по семестрам и правильная последовательность изучения, т. е. происходит разбиение дисциплин на «базовые модули» и формируются учебные модули ООП.

В данной статье под базовым модулем понимается логически завершенная единица учебного материала, как совокупность содержательных, методических, организационных, в том числе контрольных, и технологических мероприятий, относящихся к одной дисциплине [1]. Базовый модуль может входить в состав нескольких учебных модулей ООП. Учебный модуль может состоять из одного или нескольких базовых модулей, один учебный

модуль может входить в разные ООП. Трудоемкость учебного модуля 2-7 зачетных единиц.

1. Описание модулей

Базовый модуль М имеет следующие атрибуты:

- шифр SN;
- название N;
- трудоемкость T;
- содержание S;
- уровень (базовый, повышенный, продвинутой, промежуточный) U;
- цели (компетенции) K;
- шифр порождающей дисциплины PN;
- образовательная программа.

Вводится промежуточное понятие обучающий модуль, которое появляется согласно одному из базовых требований теории обработки информации: информация, которая формируется в разное время и различными участниками процесса должна быть разделена.

Обучающий модуль:

- базовый модуль;
- входные требования (знания и компетенции на которых построен);
- тип (с привязкой к семестру, без привязки по семестру);
- карта содержания (модули предшествующие и следующие, желательный семестр);
- организационные требования;
- контрольные мероприятия.

Обучающий модуль типО:

- обучающий модуль;
- теоретическое / практическое обучение.

Обучающий модуль типТ:

- обучающий модуль;
- технологические требования;
- теоретическое / практическое / лабораторное

обучение.

Учебный модуль имеет следующие атрибуты:

- шифр;
- название;
- список обучающих модулей, входящих в него;
- тип (обязательный с привязкой к семестру,

обязательный без привязки по семестру);

- кафедра;
- преподаватель (гарант модуля);
- цели (компетенции);
- тип (базовый, профессионально-ориентированный...);
- результаты обучения и критерии оценки результатов.

Пример частичного описания базовых модулей $M_i(SH_i, N_i, S_i, T_i, U_i)$:

• $M1 = (1, \text{Аналитическая геометрия и линейная алгебра, Линейная алгебра с элементами аналитической геометрии, 2, 1})$;

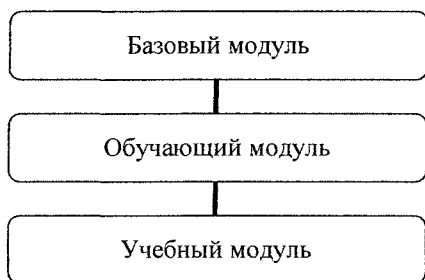
• $M2 = (2, \text{Математический анализ, \{пределы, дифференциальное и интегральное исчисление функций одной и нескольких переменных, числовые и функциональные ряды, гармонический анализ, кратные криволинейные и поверхностные интегралы, теория поля\}, 11, 1)$;

• $M3 = (3, \text{Аналитическая геометрия, Аналитическая геометрия, 1,2})$;

• $M4 = (4, \text{Линейная алгебра, Линейная алгебра, 2, 2})$.

На более низких уровнях обучения несколько разделов более продвинутого уровня могут быть объединены в один базовый модуль, например модули разных уровней M_1, M_3, M_4 . Множество S формируется до начала разбиения множества D , например, на основании Требований к структуре циклов основных образовательных программ выделяется для базового уровня 10 значений для Математики, могут выделяться с помощью экспертных оценок.

Данные спецификации удобно вписываются во фреймовое представление, показанное на рисунке.



Иерархии фреймов

При наличии в вузе различных образовательных программ возникают следующие проблемы:

- появление модулей, незначительно отличающихся друг от друга (человеческий фактор при создании ФГОСов и ООП);
- требования унификации учебных планов при организации учебного процесса;
- использование модульной системы при обучении требует конкретного и ясного описания модуля для преподавателя, тьютора и студента;
- необходимо оптимизировать затраты учебно-методического и материально-технического обеспечения модулей.

Каждая дисциплина представляется в виде набора основных разделов, каждый из которых может быть представлен с одним из 3 уровней сложности. Таким образом, заданы возможные варианты преподавания основных разделов дисциплины (базовые модули) и в соответствии каждой образовательной программе ставится перечень тем с соответствующим уровнем представления материала.

Таким образом, сформировано множество базовых модулей. В общем случае сформированное множество является избыточным, так как часть базовых модулей может быть никогда не выбрано. Каждый базовый модуль характеризуется наличием входных требований, необходимых для изучения, уровнем, содержанием, общей трудоемкостью.

2. Алгоритм

Пусть нам задано некоторое множество $D = \{D_{ij}\}$, содержащее объекты «дисциплины ООП», где i - количество ООП вуза, j - количество дисциплин в ООП; вуза. Данное множество порождает множество M , содержащее объекты «базовые модули». Пусть через U обозначено множество учебных модулей. Множество M содержит примеры, относящиеся к разным классам U_i .

Каждое множество содержит модули, часть из них может совпадать полностью или частично в связи с общими требованиями государственного стандарта к отдельным ООП. При проектировании образовательных программ в вузе вместо дисциплин вводятся учебные модули, причем вместо совпадающих модулей вводится один. Будем считать, что совпадающих модулей нет, и обозначим сформированное множество как U' . Тогда мощность множества U' равна количеству модулей по всех образовательных программах вуза.

Вся дисциплина представляет последовательность из $n+1$ базовых модулей, где при изучении η базовых модулей изучаются общие разделы дисциплины и приобретаются все общенаучные компетенции (большинство общих компетенций ОК и ПК), а в ходе изучения базового модуля $n+1$ приобретаются такие компетенции, как:

- способность обосновывать правильность выбранной модели, сопоставляя результаты экспериментальных данных и полученных решений;

- готовность использовать математические методы обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований;

- способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовность использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- готовность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способностью привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

То есть n+1 базовый модуль является коррекционным для углубленного изучения разделов дисциплины, выбранных «заказчиком».

В случае если два модуля имеют большую степень схожести, то они могут быть скорректированы, т. е. все различия будут перенесены в коррекционные блоки (модули).

Для бакалавров выделены гуманитарные и социально-экономические дисциплины, математические и естественно-научные дисциплины и профессиональные дисциплины. Таким образом, множество всех модулей можно представить как

$$D = D^{OGC\text{Э}} \cup D^{MEH} \cup D^{PD} \cup D^{FTD},$$

где $D^{OGC\text{Э}}$ - множество всех модулей блока ОГЭСЭ всех образовательных программ;

D^{MEH} - множество всех модулей блока ЕН всех образовательных программ;

D^{PD} - множество всех модулей блока ОПД всех образовательных программ;

D^{FTD} - множество всех модулей блока ФТД всех образовательных программ.

Множества модулей $D^{OGC\text{Э}}$, D^{MEH} , D^{PD} , D^{FTD} содержат модули всех образовательных программ. Мощность множества определять как количество дисциплин в каждом блоке

$$P(D) = P(D^{OGC\text{Э}}) + P(D^{MEH}) + P(D^{PD}) + P(D^{FTD}),$$

где $P(D^{OGC\text{Э}})$, $P(D^{MEH})$, $P(D^{PD})$, $P(D^{FTD})$ - мощность множеств соответствующих блоков дисциплин.

Например, по блоку ОГЭСЭ единые требования федерального государственного образовательного стандарта ко всем инженерным направлениям (специальностям), в худшем случае общие в рамках направления, что позволит уменьшить количество модулей при исключении совпадающих модулей. Пусть k - число ООП вуза и будем считать, что направлений 11, тогда при модульном построении программ

$$P(U^{OGC\text{Э}}) = P(U^{OGC\text{Э}})/k \cdot 11,$$

где множество U - множество учебных модулей из которого исключены совпадающие. Несколько меньше совпадение в блоке МЕН, еще меньше совпадений в блоке ПД.

Определим требования к нахождению

$$U_{\min} = \min U = \min (U^{OGC\text{Э}} \cup U^{EH} \cup U^{OPD} \cup U^{CD} \cup U^{DC} \cup U^{FTD}),$$

Цель: проведение классификации U для построения минимального по размеру множества U_{\min} .

Критериями разбиения множества M служат атрибут «трудоемкость» T и принадлежность множеству S , где S - содержание существующих базовых модулей.

Атрибут $T \in [t_1, t_2]$, где t_1 - минимальная граница трудоемкости базового модуля, которая выбирается исходя из опыта методической работы вуза и требований к формированию базовых модулей, в данной работе 0,5, t_2 - трудоемкость дисциплины либо максимальный размер учебного модуля - 7, относительная погрешность разбиения в работе 0,5.

Множество модулей не имеет «правильной» классификации до того, как будет принято решение о построении оптимальной системы ООП, поэтому не представляется возможности правильно построить обучение.

Ограничения при проведении классификации:

- классы характеризуются дискретными значениями;
- эталонных образцов до момента начала классификации нет;
- каждый узел может иметь произвольное количество потомков;
- наглядность результатов классификации обязательна для оценки экспертом;
- принадлежность к классу подтверждается при совпадении списка базовых модулей.

Поэтому, использовать стандартные алгоритмы не представляется возможным. Цель: сформировать множество учебных модулей для Гуманитарного, социального и экономического цикла (ГСЭ), Математического и естественно-научного цикла (МЕН), Профессионального цикла (П); минимизировать количество классов, содержащих менее 3 учебных модулей.

Введем определения.

Группа состояний объекта, образующих в пространстве описаний компактную в некотором смысле область, называется кластером [2]. Реализация метода кластеризации в интеллектуальной системе определяется взаимным пространственным расположением кластеров в пространстве. Если кластеры, соответствующие разным классам, разнесены достаточно далеко друг от друга, можно воспользоваться классификацией по какой-либо из метрик.

Тип программы (направление) будем считать кластером первого типа: педагогика, экономика и управление, культура и искусство, гуманитарные науки, естественные науки и математика, строительство и архитектура, машиностроение, компьютерные науки, приборостроение, связь и т. д. Данный тип является искусственным, но так как определен законодательно и принадлежность к нему определяет одинаковые компетенции по вышеописанным блокам, то это можно отнести к естественным законам на данном временном этапе

проектирования программ. Кластеры первого типа не пересекаются.

Тип дисциплины, кластер второго типа, кластеры не пересекаются, - обобщенный раздел для группировки дисциплин и разделов: например, тип 1: «Математика»: «Математика», «Линейная алгебра», «Алгебра и геометрия» и т. д., тип 2: «Физика»: «Физика», «Оптика», «Термодинамика» и т. д. Тип кластера также можно отнести к естественным.

Кластер третьего типа, по которому проводится классификация - учебный модуль. Имеет размер 3-7, величина кластера $1/e$, соответствует академической свободе вуза 20 %.

Хорошо известно, что для любого заданного разбиения объектов на группы и любого положительного числа $\epsilon > 0$ можно указать метрику такую, что расстояния между объектами из одной группы будут меньше ϵ , а между объектами из разных групп - больше $1/\epsilon$. Тогда любой разумный алгоритм кластеризации даст именно заданное разбиение [3].

Определение. Модули U_1 и U_2 принадлежат одному классу и равны $U_1 = U_2$, если $S_1 = S_2$, $T_1 = T_2$, $I_1 = I_2$.

При разбиении может быть создана особая ситуация:

Дисциплины различаются только одним базовым модулем U_j' , $i = 1 \dots n$. Данная ситуация решается двумя способами: разбиение принимается или в модуль заменяется $U_j' \leftarrow U_i' \cup U_{2j}'$, где U_i' - минимальный по трудоемкости модуль, и U_{2j}' - коррекционный модуль, который позволяет изучить раздел более углубленно, $S_1' \subset S_i$, $S_{2j}' = S_i \cap S_1'$. Степень соответствия дисциплин не менее 80 %.

Введем обозначения.

Учебные модули U : $U_j = \{U_{ij}(S_{ij}, T_{ij}, I_{ij})\}$, где T_{ij} - трудоемкость, S_{ij} - содержание, I_{ij} - уровень.

$K_j(PP_j, PD_j, PM_j) = \{U_j\}$ - класс со свойствами «тип программы» и «тип дисциплины», «модуль», причем $\forall i, j K_j(PP_j, PD_j, PM_j) \neq K_i(PP_i, PD_i, PM_i)$, $PP_j \neq PP_i, PD_j \neq PD_i, PM_j \neq PM_i, PM_j = PM_i$, если $U_j = U_i$.

$P = (K_j(PP_j, PD_j, PM_j))$ - мощность класса.

$U_j \supseteq D_j$ - учебные модули дисциплины D_j .

Алгоритм формирования библиотеки модулей.

1. Вводим классы с признаками «тип программы», «тип дисциплины», «модуль» $U_j(PP_j, PD_j, PM_j)$.

2. Проводим классификацию учебных модулей.

3. Проводим унификацию и заменяем все учебные модули одного класса на модуль из этого класса с минимальным номером: $\forall i, j$ если $U_k(PP_k, PD_k, PM_k) \in K_j(PP_j, PD_j, PM_j)$ и $U_i(PP_i, PD_i, PM_i) \in K_j(PP_j, PD_j, PM_j)$ и $U_k(PP_k, PD_k, PM_k) = U_i(PP_i, PD_i, PM_i) \Rightarrow \forall i > k U_i = U_k$.

4. Определяем количество модулей каждого класса: $P = (K_j(PP_j, PD_j))$.

5. Находим классы $K' = K_j(PP_j, PD_j)$, $P = (K_j(PP_j, PD_j)) < 4$.

Проверяем на наличие ошибки 1 разбиения (80 % схожести для классов с одним типом программы и дисциплины), если она есть, проводим коррекцию модулей дисциплин и повторяем пп. 2-4 для скорректированных дисциплин; иначе классификация проведена успешно.

Заключение

Алгоритм рекомендуется использовать для базы учебных планов и модулей, что позволит частично автоматизировать процесс формирования новых учебных планов.

Предложенный алгоритм позволяет формализовать процесс формирования блоков учебных планов в соответствии с требованиями, заданными ФГОС. Ограничения, заданные в математической модели, не затрагивают показатели лицензии: лицензионную численность и количество реализуемых направлений. Так как приведенные алгоритмы не зависят от количества программ и укрупненных групп направлений (специальностей), реализуемых в вузе, их можно использовать без ограничений для формирования ООП в любом вузе.

Литература

1. Методические рекомендации по разработке проектов Федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования. Проект. - М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов; Президиум Координационного совета УМО и НМС высшей школы, 2007. - 30 с.

2. Классификация и кластер / под ред. Док. Вэн Райзина; пер. с англ. П.П. Кольцова; под ред. Ю.И. Журавлева. - М: Мир, 1980. - 388 с.

3. Орлов А.И. Нечисловая статистика. - М.: МЗ-Пресс, 2004. - <http://www.aup.ru/books/ml62/>

Поступила в редакцию 6 апреля 2010 г.