

УДК 517.977 + 378.145
ББК 3.22.18

ЗАДАЧА УПРАВЛЕНИЯ СЕТЕВЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ ВУЗОВ

Чугунов А. П.¹

(Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь)

Рассматривается постановка задачи управления взаимодействием вузов, совместно реализующих сетевые образовательные программы. При формировании индивидуальных учебных планов учитываются предпочтения студентов и ограничения на ресурсы вузов.

Ключевые слова: сетевые образовательные программы, взаимодействие вузов, задача управления, нечеткие предпочтения.

1. Введение

В соответствии с изменениями закона об образовании в РФ устанавливается возможность применения сетевой формы реализации образовательных программ. Сетевая форма их реализации подразумевает совместную деятельность образовательных организаций с использованием при необходимости ресурсов организаций науки, культуры, физкультурно-спортивных и иных организаций, в том числе посредством разработки и реализации совместных образовательных программ и учебных планов [2].

Так как до этого подобное взаимодействие отсутствовало, отсутствует и опыт в организации сетевой формы взаимодействия вузов и управления этим взаимодействием.

¹ Александр Петрович Чугунов, аспирант (chugunov@permedu.ru).

В рамках реализации учебного процесса, данное взаимодействие включает в себя следующие процессы: разработка вузами сетевой образовательной программы (СОП), первоначальное составление индивидуальных учебных планов студентов (ИУП) и их корректировка в течение реализации СОП под влиянием различных факторов (желаний студентов, возможностей вузов, требования законодательства и проч.).

Так как каждый процесс является достаточно сложным и с ростом количества объектов рассматриваемой образовательной системы (кол-во вузов, студентов и проч.) их сложность существенно увеличивается, необходимо создание автоматизированной системы для управления ими.

2. Концептуальная постановка задачи

Считается, что вузами разработана СОП, состоящая из последовательности учебных модулей [1]. Учебный модуль – блок информации, включающий в себя логически завершенную единицу учебного материала, целевую программу действий и методическое руководство, обеспечивающее достижение поставленных дидактических целей [4]. Модульная структура позволяет организовать учебный процесс таким образом, что студент самостоятельно способен выстраивать свое обучение, за счет возможности выбора (в рамках СОП) изучаемых модулей и места (вуза) их прохождения. При этом обычно оговаривается трудоемкость каждого учебного модуля, например, 15 или 30 зач. ед., что позволяет достаточно просто удовлетворять требованиям ФГОС ВПО (т.е. один семестр включает один или два учебных модуля).

Так как на последовательность дисциплин наложены определенные ограничения на их порядок, следовательно, учебные модули (как агрегирующие объекты) наследуют эти ограничения от своих дисциплин. Т.е. ограничения на порядок модулей определяется ограничениями на наборы их дисциплин.

В контексте модульного обучения учебный план (УП) вуза содержит последовательность модулей, распределенных по всему времени обучения (какой модуль в какое время изучает-

ся). В реализации участвуют несколько вузов, каждый из которых формирует свой учебный план. Следовательно, один и тот же модуль по разным учебным планам (в разных вузах) может проходить в разное время (разные семестры).

В соответствии с целями СОП студенты могут формировать собственные, так называемые индивидуальные УП, содержащие не только распределение модулей, но и место их прохождения: какой модуль в каком вузе изучается. Граф этих вариантов учебных планов представлен на рис. 1. На нем М – модуль, Р – результат (набор компетенций). Р0 – изначальный набор компетенций. Однако имеется ряд ограничений на ИУП, что обуславливает необходимость управления процессами их формирования и корректировки при реализации СОП.

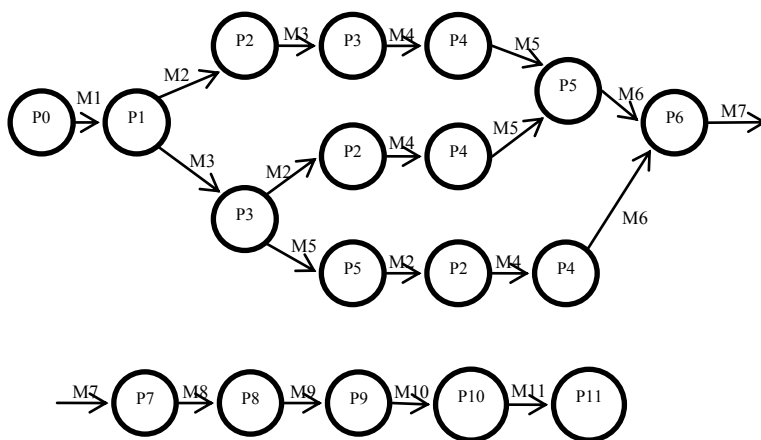


Рис. 1. Граф учебных планов вузов

Управление ИУП начинается с момента поступления студентов и продолжается до момента окончания ими вузов. Весь процесс управления ИУП состоит из двух последовательных и независимых задач:

1. первоначальное построение ИУП;
2. корректировка ИУП в ходе обучения в соответствии с внешними и внутренними изменениями.

Внутренние изменения – это изменения в желаниях студентов, а внешние – изменения среды: требований системы образования, возможностей вузов и проч.

Рассмотрим постановку каждой задачи в отдельности.

Процесс первоначального построения ИУП представляет собой следующую задачу. Необходимо найти такую совокупность ИУП студентов, удовлетворяющую требованиям системы образования, при заданных: учебных планах СОП всех вузов, желаниях студентов, требованиях системы образования – которая бы максимально удовлетворяла потребности студентов, интересы системы образования и вузов, предполагала бы минимальные издержки студентов на обучение.

Решение первой задачи является начальным условием для второго этапа – *процесса корректировки ИУП в ходе обучения*. Т.е. на втором этапе необходимо найти такую совокупность ИУП студентов, удовлетворяющую требованиям системы образования, при заданных: учебных планах СОП всех вузов, желаниях студентов, требованиях системы образования, истории изучения модулей студентами – которая бы максимально удовлетворяла потребности студентов, интересы системы образования и вузов, предполагала бы минимальные издержки студентов на обучение. В данной задаче предполагается, что потребности студентов, интересы системы образования или вузов были изменены.

С точки зрения управляющей системы, данный процесс является дискретным (уровень дискретности – длительность модуля).

Следует отметить, что с увеличением, как числа студентов, так и числа вузов, участвующих в реализации СОП, существенно увеличивается трудоемкость задачи, что требует ее математического решения.

3. Математическая постановка задачи

Будем рассматривать СОП как совокупность набора модулей $\{EM_1, \dots, EM_M\}$ (M – количество модулей СОП) и бинарной матрицы зависимостей модулей ED , где столбцы и строки

соответствуют модулям, а величина 1 означает, что модуль, соответствующий столбцу должен быть пройден позднее модуля, соответствующего строке.

Обозначим за T_i - трудоемкость учебного модуля (УМ).

Тогда общая трудоемкость T СОП будет равна $T = \sum_{m=1}^M T_m$.

Общее число вузов обозначим за N . Каждый вуз может составить свой уникальный учебный план (УПВ – учебный план вуза) E_n , следовательно, максимальное число УПВ E будет равно N . В общем случае, будем рассматривать $E=N$. E_n представляет собой функцию, где область определения $D(E_n) = Z \cap [1; M]$, а область значений $E_n \in \{EM_m\}$, которая определяет какой модуль, в каком порядке будет изучаться.

Обозначим количество студентов, обучающихся по СОП в n -ом вузе S_n , тогда общее количество студентов S будет равно

$$S = \sum_{n=1}^N S_n.$$

Индивидуальный учебный план s -го студента (ИУП) P_s – последовательность $P_{sm}, s \in [1; S], m = \overline{1, M}$, где P_{sm} – номер вуза ($P_{sm} \in [1; N]$), в котором s студент изучает m -ый по счету модуль. При этом изучаемый модуль можно определить по соответствующей функции E_n .

Число студентов, изучающих m -ый модуль в n -ом вузе обозначим за U_{nm} . Тогда должно выполняться равенство:

$$\sum_{n=1}^N S_n = \sum_{n=1}^N U_{nm} \forall m \in [1; M].$$

Каждый модуль каждого вуза должен обладать $(U_{nm})_{\max}$ – максимальной вместимостью студентов, причем $(U_{nm})_{\max} \geq S_n \forall m \in [1; M], n \in [1; N]$, и $(U_{nm})_{\min}$ – минимальным

числом студентов, для которого вуз готов проводить модуль, причем $(U_{mn})_{\min} > 0 \forall m \in [1; M], n \in [1; N]$.

Предпочтения студента должны отражать его желание пройти m -ый модуль в n -ом вузе. В качестве инструмента для этого предлагается использовать нечеткие множества [3]. В качестве пространства этих множеств выступают вузы. Каждому m модулю индивидуального плана s студента ставится в соответствие нечеткое множество w_{sm} «желаемый вуз изучения m модуля» с функцией принадлежности $\mu_{sm}(n)$, задаваемой самим студентом. Примером может служить следующее множество:

$$w_{23} = \frac{0,8}{I} + \frac{1}{II} + \frac{0}{III}.$$

В примере описано, что второй студент желает изучать третий модуль в первом вузе с коэффициентом 0,8; во втором – 1; в третьем – 0. При этом коэффициент может принимать значения из промежутка $[0;1]$ и чем он больше, тем выше степень принадлежности элемента множеству (тем больше желание студента изучить модуль в этом вузе).

Степень соответствия совокупности ИУП предпочтениям каждого из студентов будут использоваться в качестве критерия оптимальности решения обеих задач.

Рассмотрим первую задачу – задачу первоначального построения ИУП. Ее решение должно удовлетворять следующим **требованиям**:

1. ИУП всех студентов не должны противоречить матрице зависимостей модулей ED.
2. Должно выполняться:
 - (1) $U_{mn} \in [(U_{mn})_{\min}; (U_{mn})_{\max}] \forall m \in [1; M], n \in [1; N]$.
 3. Каждый студент должен пройти K модулей в других вузах.
 - (2) $K \in [K_{\min}; K_{\max}]$

, где $K_{\min} > 0$, а $K_{\max} < 0,5m$. Т.е. определенное число модулей обязательно должно быть пройдено в других ву-

зах, но их количество не может превысить половину всех модулей.

Критериями оптимальности являются:

1. Общее число студентомодулей (студент*модуль), которые прошли студенты n_1 -го вуза в других вузах, должно быть примерно равно числу студентомодулей, которое проведено для студентов из других вузов в n_2 -ом вузе. Для выполнения данного условия, каждому U_{mn} должен быть поставлен в соответствие вектор $(su_{mn1}, \dots, su_{mnN})$ где su_{mnj} отражает количество студентов из j -го вуза, изучающих m -ый модуль в n -ом вузе. Тогда для n_2 -го вуза данный критерий можно представить выражением:

$$(3) \quad \sum_{m=1}^M (S_{n_2} - su_{mn_2n_2}) - \sum_{m=1}^M (U_{mn_2} - su_{mn_2n_2}) = S_{n_2} - \sum_{m=1}^M U_{mn_2}.$$

Таким образом, в соответствии с (3) необходимо минимизировать вектор:

$$(4) \quad \left(S_1 - \sum_{m=1}^M U_{m1}, \dots, S_N - \sum_{m=1}^M U_{mN} \right).$$

В качестве критерия для минимизации вектора (4) предлагается использовать его медиану, т.е.:

$$(5) \quad Me \left(S_1 - \sum_{m=1}^M U_{m1}, \dots, S_N - \sum_{m=1}^M U_{mN} \right) \xrightarrow{p} 0.$$

2. Желания студентов должны быть максимально удовлетворены. Удовлетворенность одного s студента совокупностью ИУП P можно представить в виде вектора принадлежности выбранных вузов соответствующим нечетким множествам $(\mu_{s1}(P_{s1}), \dots, \mu_{sM}(P_{sM}))$. Для упрощения оценки удовлетворенности студента, можно использовать медиану такого модуля $W_s = Me(\mu_{s1}(P_{s1}), \dots, \mu_{sM}(P_{sM}))$.

Тогда удовлетворенность всех студентов можно представить в виде вектора соответствующих медиан (W_1, \dots, W_s) .

Так как предпочтения студентов заданы нечеткими множествами, в которых чем больше функция принадлежности, тем больше желание изучить модуль в конкретном вузе, то для максимального удовлетворения студентов при построении ИУП необходимо максимизировать описанный выше вектор. В качестве критерия для максимизации вектора предлагается использовать его медиану, т.е.:

$$(6) \quad Me(W_1, \dots, W_s) \xrightarrow{p} 1.$$

В соответствии с введенными выше обозначениями и формулами, задача первоначального построения ИУП студентов принимает следующий вид. Необходимо найти такую совокупность ИУП студентов P при заданных: матрице зависимостей модулей ED , желаниях студентов W – которая бы максимально удовлетворяла интересы вузов и потребности студентов – формулы (5) и (6) соответственно.

Решение данной задачи подразумевает рассмотрение различных вариантов совокупности ИУП. Однако их количество может быть достаточно большим для ручной работы. В связи с этим необходимо создание информационной системы, которая бы решала эту задачу и, одновременно, играла бы роль базы данных сведений об ИУП студентов.

Литература

1. ГАРЕЕВ В.М., КУЛИКОВ С.И., ДУРКО Е.М. *Принципы модульного обучения* // Вестник высш. шк. - 1987. - № 8.
2. ГИТМАН М.Б., ДАНИЛОВ А.Н., СТОЛБОВ В.Ю., Южаков А.А., Модели сетевого взаимодействия вузов при подготовке кадров высшей квалификации // Университетское управление : практика и анализ. – 2012. – №3. – С. 69-73.
3. КОЗЛОВ В.Н. *Системный анализ, оптимизация и принятие решений*. – М.: Проспект, 2010. – 173 с.

4. СУДАКОВ С.П., АВЕРЬЯНОВА И.Э.,
ВОРОТЫНЦЕВ А.Ю. *Основные принципы модульного учебного процесса* // Методы обучения и организация учебного процесса в ВУЗе – Рязань.: Изд-во Медиа-Рос, 2011 – С. 9-11

Alexander Chugunov, Perm national research polytechnic university, Perm, postgraduate student (chugunov@permedu.ru).

Abstract: Mathematical and conceptual formulations of the university participated in a share network education program communication management task are described in the paper.

Keywords: network education program, university communication, management task.