

3 Волков А.Е. Модель системы образования России в перспективе до 2020 года: поворот к экономике, основанной на знаниях // Высшее образование сегодня. 2008. № 5. С. 4-9.

4. Дмитриева Н.В. Рыночный механизм взаимодействия рынка образовательных услуг вузов и рынка труда // Сервис в России и за рубежом. 2008. № 2. С. 48-55.

**Стативко Р.У., Ромашенко Н.А., Стрельников А.П.**

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород*

## **РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ ПО ОЦЕНКЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ**

Вступление России в Болонский процесс сопровождается возрастанием конкуренции между высшими образовательными учреждениями на рынке образовательных услуг. Усиление конкуренции требует от высших образовательных учреждений непрерывного поиска и разработки новых методов, подходов и технологий для повышения качества образовательных услуг [1].

На данный момент в России проводится работа по повышению качества учебного процесса. Это достаточно сложная и трудоемкая работа. Существуют различные критерии, факторы и другие всевозможные составляющие для достижения наилучшего результата в вопросе по улучшению качества образования. Для достижения этих целей используется нужная нормативная база, введены государственные стандарты [2]. Отсюда следует, что образовательным учреждениям необходимо разрабатывать новые пакеты образовательных программ, которые должны определять структуру образовательного процесса. Ключевую позицию, с нашей точки зрения, занимает учебный план.

Учебный план – это документ, который определяет состав учебных предметов в данном учебном заведении, их распределение по неделям и годовое количество времени, отводимое на учебную дисциплину. Учебный план должен содержать перечень и объемы дисциплин и практик, виды занятий, формы контроля. Такая разработка представляет собой сложный процесс, потому что необходимо учесть множество ограничений. Формирование такого документа часто носит не автоматизированный характер, а преимущественно опирается на требования стандарта, опыт, интуицию и замысел разработчиков.

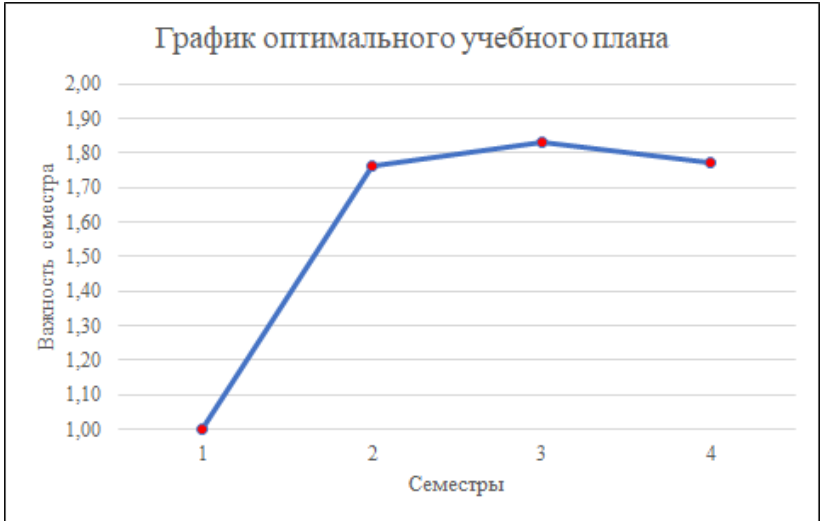
Таким образом, поднимается задача поиска формализованных методов оценки эффективности расположения дисциплин в учебном плане и внедрения средств информационной поддержки процесса.

Цель настоящего исследования состоит в подготовке к разработке программного обеспечения, позволяющего автоматизировать процесс оценки разработки учебного плана [4-8].

Основная задача – оценка расположения дисциплин с последующим повышением качества используемых в образовательном процессе учебных планов.

Несмотря на важность проблемы, в настоящее время не сложилось единого представления о критериях оптимальности учебного плана, а имеющиеся наработки носят рекомендательный характер и представляют собой возможное описание решений.

Для грамотной оптимизации учебного плана необходимо знать, как должен вести себя график, который, в свою очередь, должен показывать продуктивность семестров. Возможный график представлен на рис. 1. Линейная функция показывает, как с каждым учебным семестром меняется влияние одного полугодия по отношению к другому. Характер поведения функции позволяет судить об эффективности расположения дисциплин. Чем функция выше и ровнее, тем с большей уверенностью можно говорить, что выбранный учебный план подобран более качественно. Ровной функции сложно добиться, поскольку необходимо учитывать множество факторов. Таким образом, один учебный семестр может сильнее влиять на следующий, а последующий немного меньше. Это, как принято говорить, погрешность.



**Рис. 1. Примерный график оптимального учебного плана**

Разработка соответствующих математических моделей – задача не тривиальная и должна основываться на соответствующих результатах исследований в области планирования учебного процесса. В связи с этим, основной целью настоящей работы является разработка подходов по оценке эффективного расположения дисциплин в разработанных учебных планах, а также результирующего критерия оптимальности.

В данном исследовании немаловажным является выбор адекватной оценки важности каждой дисциплины. Так как в данный момент не сложилось единого мнения об оптимальном критерии оценки качества учебного плана, было принято решение отталкиваться от влияния предметов друг на друга. Была опрошена группа экспертов, в числе которых [3,4]:

- Эксперт 1 – является сотрудником ИТ департамента (в дальнейшем Э1).
- Эксперт 2 – является заведующим кафедры ИТ (в дальнейшем Э2).
- Эксперт 3 – д. т. н. кафедры ИТ (в дальнейшем Э3).

В результате были получены данные, показывающие гипотетическое влияние предметов отдельного семестра на предметы следующего семестра. Данные были собраны в виде таблиц для удобства последующей работы с ними. Ниже находится пример полученной таблицы (табл. 1).

**Таблица 1**

**Оценка экспертом влияния предметов отдельно взятого семестра на предметы следующего семестра**

Э1	Математика	УД	История	ДМ.	ИГ.	НТИ	ВМ
Информатика	д	д	н	д	д	н	д
ТП	д	д	н	д	д	н	д
ОИТ	н	н	н	д	д	н	д
Ин. яз.	н	д	н	д	д	н	д
КР ДО	н	н	н	н	н	н	н
Математика	д	н	н	д	н	н	д
УД	н	д	н	н	д	н	н

В таблице 1 указаны такие значения, как “д” – “да” и “н” – “нет”, где “д” – это есть влияние, а “н” – нет влияния. Можно считать, что “д” = 1, а “н” = 0.

С помощью данных оценки, полученных от трех экспертов, можно составить степень влияния исследуемого предмета на предметы, находящиеся в следующем семестре. Получается, чтобы найти степень влияния одной дисциплины на другую, необходимо найти отношение суммы экспертных оценок влияния  $i$ -го предмета на  $j$ -й предмет к общему количеству оценок. Из этого получается формула:

$$D_{sij} = \frac{\sum_{k=1}^{cr} G_{kij}}{cr}, \quad (1)$$

где  $i$  – дисциплина, которая должна влиять на  $j$ -ю дисциплину

$j$  – дисциплина, которую оцениваем

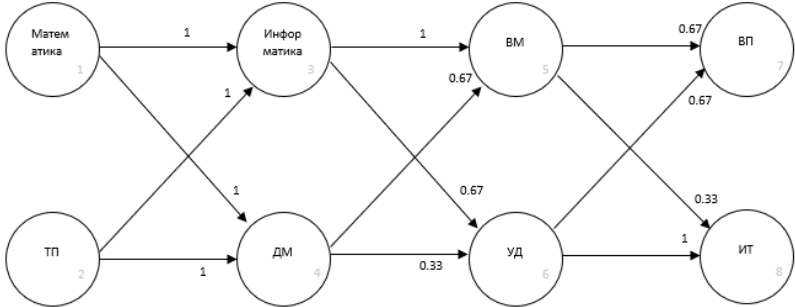
$s$  – номер семестра, в котором этот предмет расположен

$cr$  – количество экспертов

$D_{sij}$  – степень влияния одного  $i$ -го предмета на  $j$ -й предмет;

$G_{kj}$  – экспертная оценка  $j$ -го предмета, где  $k$  – это таблица эксперта, например, для Э1 будет таблица 1.

Полученные значения подставляются в схему оцениваемого учебного плана. В качестве примера будем использовать ориентированный взвешенный граф для четырех учебных семестров, в котором по две дисциплины (см рис. 2).



**Рис. 2. Граф оцениваемого учебного плана.**

Для информатики, по отношению математике, во втором семестре получилось, что  $D_{213} = 1$ . Влияние ТП на информатику будет  $D_{223} = 1$ .

Для вычисления веса дисциплины будем использовать следующую формулу:

$$\psi_{\square\square} = \sum_{\square=\square+1}^{\square+\square} D_{sij}, \quad (3)$$

где  $\psi_{\square\square}$  – влияние  $j$ -й дисциплины в  $s$ -м семестре

$m$  – количество предметов в семестрах  $< s-1$

$n$  – количество предметов в семестре  $s$

Вес у дисциплины “информатика” будет  $\psi_{23} = 1 + 1 = 2$

Аналогично делаем с другими дисциплинами. В итоге получается:

• Второй семестр:

○ для информатики:  $D_{213} = 1$  и  $D_{223} = 1$ ,  $\psi_{23} = 2$

○ для ДМ:  $D_{214} = 1$  и  $D_{224} = 1$ ,  $\psi_{24} = 2$

• Третий семестр:

○ для ВМ:  $D_{335} = 1$  и  $D_{345} = 0.67$ ,  $\psi_{35} = 2$

○ для УД:  $D_{336} = 0.67$  и  $D_{346} = 0.33$ ,  $\psi_{36} = 1$

• Четвертый семестр:

○ для ВП:  $D_{447} = 0.67$  и  $D_{467} = 0.67$ ,  $\psi_{47} = 1.34$

○ для ИТ:  $D_{458} = 0.33$  и  $D_{468} = 1$ ,  $\psi_{48} = 1.33$

Важное замечание. Для первого семестра у всех дисциплин степень полезности будет 0.0, поскольку до первого семестра ничего не было, следовательно, нет данных для оценки.

- Первый семестр:
  - для математики:  $\psi_{11} = 0$
  - для ТП:  $\psi_{12} = 0$

Далее требуется оценить вес каждой вершины графа. Для этого будет использована формула (2):

$$\theta_{si} = \frac{1}{1 + e^{-\psi_{si}}} \quad (2)$$

где  $\theta_{si}$  – степень полезности i-го предмета в данном семестре при данном учебном плане

Вычислив все  $\theta_{si}$ , получаем:

$$\begin{array}{llll} \theta_{11} = 0.50 & \theta_{23} = 0.88 & \theta_{35} = 0.84 & \theta_{47} = 0.79 \\ \theta_{12} = 0.50 & \theta_{24} = 0.88 & \theta_{36} = 0.73 & \theta_{48} = 0.79 \end{array}$$

Получив все значения  $S_i$ , можно оценить семестр на актуальность его расположения. Будем использовать следующую формулу:

$$S_s = \sum_{j=1}^n \theta_{sj}, \quad (3)$$

где  $S_s$  – оценка, показывающая, как хорошо поставлены дисциплины в s-м семестре.

Вычисляем значения и получаем:

$$S_1 = 1; \quad S_2 = 1.76; \quad S_3 = 1.57; \quad S_4 = 1.58$$

Дав оценку, можно построить график (см. рис. 3), показывающий эффективность выбранного учебного плана.

На рис. 3 можно оценить поведение получившегося графика. Оценки второго, третьего и четвертого семестров находятся одинаково высоко, что уже очень хорошо.

Для оценки учебного плана можно произвести аккумуляцию всех значений, используя следующую формулу:

$$X = \sum_{s=1}^y S_s, \quad (4)$$

где  $y$  – количество семестров

$X$  – оценка выбранного учебного плана

$$X = 1 + 1.76 + 1.57 + 1.58 = 5.91 \quad (5)$$



**Рис. 3. График учебного плана.**

Получаем значение в уравнении (5) и сравниваем его с другими семестрами для нахождения оптимального учебного плана.

Однако необходимо график (см. рис. 3) и оценку учебного плана (см. формулу 5) сравнить с графиком и оценкой другого учебного плана. Для демонстрации представленного подхода пройдем по указанному выше учебному плану справа налево (по сути, будет обратный учебный план). В теории результирующая оценка “обратного” учебного плана должна быть меньше, нежели у основного.

Опросив экспертов, вычислим необходимые значения:

- $\psi_{11} = 0$
- $\psi_{12} = 0$
- $D_{213} = 0.33, D_{223} = 0, \psi_{23} = 0.33$
- $D_{214} = 0.33, D_{224} = 0.67, \psi_{24} = 1$
- $D_{335} = 0.33, D_{345} = 0.33, \psi_{35} = 0.66$
- $D_{336} = 1, D_{346} = 0.33, \psi_{36} = 1.33$
- $D_{457} = 0.33, D_{467} = 0.67, \psi_{47} = 1$
- $D_{458} = 1, D_{468} = 0.33, \psi_{48} = 1.33$

Строим ориентированный взвешенный граф для данного учебного плана (см. рис. 4).

Вычисляем степени важности для всех предметов:

$$\begin{array}{llll} \theta_{11} = 0.50 & \theta_{23} = 0.58 & \theta_{35} = 0.66 & \theta_{47} = 0.73 \\ \theta_{12} = 0.50 & \theta_{24} = 0.73 & \theta_{36} = 0.79 & \theta_{48} = 0.79 \end{array}$$

Оцениваем семестры:

$$\begin{array}{ll} S_1 = 1 & S_3 = 1.45 \\ S_2 = 1.31 & S_4 = 1.52 \end{array}$$

Построим график “Учебный план (2)”, показывающий эффективность данного учебного плана. “Учебный план (1)” – первоначальный график (см. рис. 3).

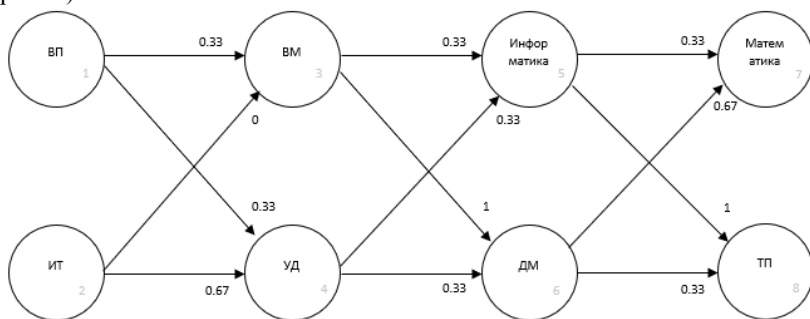


Рис. 4. График “обратного” учебного плана.



Рис. 5. График “обратного” учебного плана.

Из графика “Учебный план (2)” (см. рис. 5) видно, что “обратный” учебный план является менее эффективным, чем предыдущий, “Учебный план (1)”. Особенно ухудшение качества можно наблюдать во 2 семестре. Так как график “Учебный план (2)” находится ниже графика “Учебный план (1)”, то можно сказать, что “обратный” учебный план является хуже, чем первоначальный.

Произведем оценку “обратного” учебного плана, используя формулу (4). Получим:

$$X = 1 + 1.31 + 1.45 + 1.52 = 5.28$$

Получается, что в “обратном” учебном плане” оценка 5.28 - меньше, чем в первоначальном плане (см. формулу 5). Таким образом, “обратный”



учебный план показал себя хуже относительно первоначального учебного плана.

В данной работе предложены некоторые подходы по оценке расположения дисциплин в учебном плане направления подготовки 09.03.02 “Информационные системы и технологии”. Была опрошена группа экспертов, имеющая непосредственное отношение к разработке учебного плана. Была выполнена обработка экспертного мнения и предложена формула по обработке полученных от них данных. Считаем, что данная работа может быть полезна менеджменту высшего учебного заведения.

### *Литература:*

1. Высшее образование в XXI веке: подходы и практические меры. – Париж: ЮНЕСКО, 1998, 5-9 окт.
2. <http://www.fgosvo.ru/>
3. Бешелев С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич, М.: 1980. - 262 с.
4. Stativko Rosa Usmanovna Some approaches to the analysis of learning trajectory correction using the theory of fuzzy sets / Rosa Usmanovna Stativko // Proceedings of the International Conference Communicative Strategies of Information Society (CSIS 2018)/ International Conference Communicative Strategies of Information Society (CSIS 2018) 2019. – Vol 289, pp 474-479
5. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. / А. Кофман М. Радио и связь. –1982 – 432 с.
6. Заде Л.А. Роль мягких вычислений и нечеткой логики в понимании, конструировании и развитии информационных/интеллектуальных систем. – Новости Искусственного Интеллекта, № 2-3, 2001, с. 7 – 11
7. Борисов А.Н. Принятие решения на основе нечетких моделей: примеры использования. / А.Н. Борисов, О.А. Крумберг, И.П. Федоров – Рига, Знание, 1990. - 184 с.
8. Miller G.A. The Magic Number Seven Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information //Psychological Review. – 1956. – № 63.-p. 81-97.