

УДК 005.6

МЕТОД ВЫБОРА ВАРИАТИВНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ УЧЕБНОГО ПЛАНА В МНОГОПРОФИЛЬНОМ СРЕДНЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

Л.И. Нефёдов, профессор, д.т.н., В.А. Беспалый, аспирант, ХНАДУ

Аннотация. Разработан метод выбора перечня дисциплин вариативной составляющей учебного плана в многопрофильном среднем учебном заведении на основе экспертных оценок, который позволяет формализовать процесс выбора дисциплин и повысить объективность принятия решений.

Ключевые слова: экспертная оценка, синтез, учебный план, критерий, многопрофильность, полезность.

МЕТОД ВИБОРУ ВАРІАТИВНОЇ СКЛАДОВОЇ НАВЧАЛЬНОГО ПЛАНУ У БАГАТОПРОФІЛЬНОМУ ЗАГАЛЬНОМУ НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ

Л.І. Нефьодов, професор, д.т.н., В.О. Беспалий, аспірант, ХНАДУ

Анотація. Розроблено метод вибору переліку дисциплін варіативної складової навчального плану в багатопрофільному загальному навчальному закладі на основі експертних оцінок, який дозволяє формалізувати процес вибору дисциплін і підвищити об'єктивність прийняття рішень.

Ключові слова: експертна оцінка, синтез, навчальний план, критерій, багатопрофільність, корисність.

METHOD OF SELECTION OF COMPONENT VARIABILITY STUDY PLAN IN MULTIDISCIPLINARY SECONDARY SCHOOLS

L. Nefedov, Professor, Doctor of Technical Science, V. Bespaliy, postgraduate,
KhNAHU

Abstract. Developed is a method for selecting the list of disciplines variative component of the curriculum on the basis of expert assessments in multidisciplinary secondary schools. This method allows to formalize the process of selecting subjects and to increase the objectivity of decision-making.

Key words: expert evaluation, synthesis, curriculum, test, versatility, utility.

Введение

В условиях информатизации всех сфер жизни общества приоритетное значение имеет использование информационных и телекоммуникационных технологий в сфере образования. В условиях модернизации системы образования, обновления содержания, методов и форм организации учебного процесса в число приоритетных направлений создания образовательной информационной среды входит совершенствование управления образованием на основе информационных техно-

логий [1]. Неотложного внимания требуют проблемы координации взаимодействия органов управления и образовательных учреждений, отсутствия надежной статистики в области образования, необходимой для принятия решений. В данном случае целесообразно применение качественно новых форм обучения, которые базируются на применении современных вычислительных средств и внедрении информационных технологий, в учебный и управленческий процесс, а это, в свою очередь, требует совершенствования форм использования информационно-вычис-

лительной техники. Одним из способов решения рассматриваемой задачи является создание специализированной информационной технологии системы менеджмента качества (СМК) среднеобразовательного учреждения.

Анализ публикаций

Исследованию проблемы оценки качества деятельности средних образовательных учреждений на рынке образовательных услуг посвящены труды ученых В.И. Васильева, В.Н. Васильева, В.В. Красильникова, С.П. Плаксия, Т.Н. Тягуновой, В.И. Мешалкина и других отечественных исследователей [2]. Хотелось бы обратить внимание на исследования Б.С. Гершунского, Б.Ф. Ломова, Е.И. Машбица, которые акцентируют внимание на вопросах повышения эффективности процесса обучения и применения в нем средств компьютерных технологий [3].

Анализ вышеуказанной литературы позволяет сделать вывод о том, что исследования всех этих учёных отражают в основном процедуру информатизации учебного процесса, а управленческие механизмы остаются вне поля зрения. Кроме того, в теории и на практике находится в стадии разработки система критериев, показателей и индикаторов, а также модель организации мониторинга качества в общеобразовательном учреждении. Однако все эти технологии развиваются независимо друг от друга и никак не связаны общей целью, что слабо влияет на эффективность функционирования среднеобразовательного учреждения. Принимая во внимание такие условия функционирования образовательных учреждений (ОУ) и учитывая перспективы дальнейшего развития образовательной среды, необходим переход на новый уровень использования информационных технологий (ИТ), позволяющий применять совершенно новые комплексные методы организации управленческой деятельности.

Цель и постановка задачи

Реализация СМК в общеобразовательном учебном заведении позволит реализовать такие функции как организация учебного процесса, обеспечение учащихся учебными материалами, техническое обеспечение для реализации учебного процесса [4, 5], а также позволит существенно облегчить и сократить

сроки планирования работы общеобразовательного учебного заведения, повысить качество принимаемых решений в условиях динамической внешней среды [6, 7].

Справочные и учебные материалы, а также учебные планы являются основой информационных средств СМК. Из всего спектра информационного обеспечения [8, 9] слабоформализованным остается процесс формирования перечня дисциплин учебного плана. Это связано с необходимостью проведения многочисленных трудоемких экспертных процедур по формированию коллегиального решения по конкретному перечню учебных дисциплин. Особенно этот процесс усложняется в многопрофильных учебных заведениях, где необходимо поддерживать в актуальном состоянии изложение дисциплин по всем профилям. Данную проблему мы и попытаемся решить в представленной статье.

Результаты исследований

Исходными документами в подготовке выпускников являются стандарты среднего образования. Систему стандартов среднего образования составляют: государственные стандарты и стандарты средних учебных заведений [10]. Эта совокупность нормативов и позволяет сформировать учебный план. Учебный план состоит из двух частей: инвариантной, разрабатываемой на уровне министерства, и вариативной (выборочная часть школы) (рис. 1).

Наиболее часто изменяемой является вариативная часть, так как она должна учитывать, с одной стороны, особенности профиля в школе, с другой, – своевременно реагировать на изменения, происходящие на рынке труда, учитывая новые требования к выпускникам. Дисциплины вариативной части позволяют получить дополнительную гуманитарную, фундаментальную или профессионально-практическую подготовку выпускников. Поэтому немаловажной проблемой при составлении учебного плана является как раз таки формирование вариативной части. В современной школе изменения вариативной составляющей учебного плана происходят крайне редко, поскольку это очень трудоемкий и слабоформализованный процесс. А в лицеях и гимназиях, где имеется по четыре и больше профилей, этот процесс может затянуться на очень длительное время. Но в со-

временном мире возникает острая необходимость постоянной корректировки учебного плана. Это связано с изменениями на рынке труда, вследствие появления новых требований к специалистам данного профиля со стороны работодателей и высших учебных заведений. Процесс выбора данных дисциплин осуществляется на уровне районных управлений образованием путем многократного обсуждения и согласования мнений экспертов.

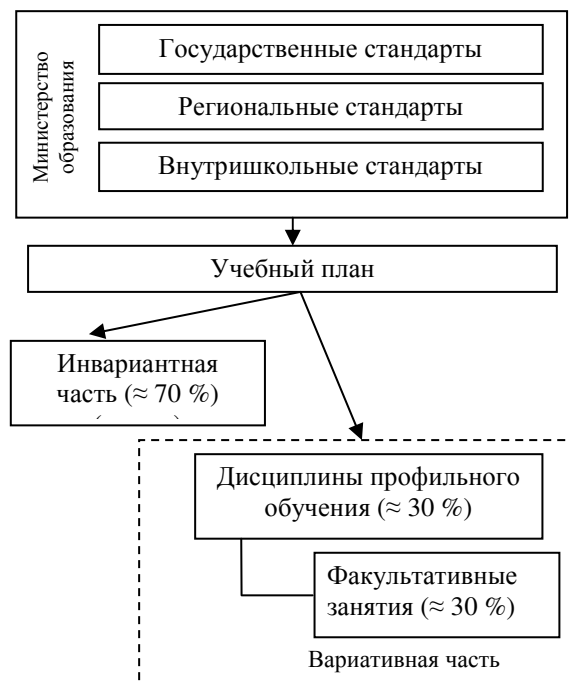


Рис. 1. Структура государственных стандартов среднего образования

В качестве экспертов могут быть выбраны наиболее опытные преподаватели, обладающие высокой компетентностью. Помимо этого, экспертами могут выступать будущие работодатели и представители высших учебных заведений. Следует отметить, что в данном случае усложняется сам процесс обсуждения и согласования из-за необходимости многократно собирать всех экспертов в одном месте и в одно время, что в некоторых случаях может быть невозможным. В существующей системе формирования списка дисциплин вариативной составляющей увеличение количества экспертов существенно влияет на время совместного обсуждения, согласования и выработку коллегиального решения. Помимо того, что при таком подходе процесс формирования перечня дисциплин вариативной составляющей занимает достаточно много времени, существует боль-

шой риск, что окончательное решение будет принято не с учетом коллективного мнения, а на основе авторитарного, выраженного наиболее влиятельными экспертами. Таким образом, возникает актуальная задача формализации процесса формирования списка дисциплин вариативной части учебного плана с целью исключения или минимизации субъективных факторов.

Основой формализации данного процесса является информация о качестве учебных дисциплин (их рейтинг). Данная информация необходима для управления процессом обучения. Ее можно получить только на основе использования метода экспертных оценок. Основными показателями курсов являются: важность курса в системе подготовки выпускников данного профиля, содержательность материала курса (научный уровень, глубина изложения), методический уровень изложения (логика размещения материала, четкость и ясность изложения) и т.п.

В общем случае для решения задачи формирования списка дисциплин вариативной части предлагается метод, который состоит из следующих основных этапов:

- формирование критериев оценки учебных дисциплин;
- формирование исходного списка учебных дисциплин;
- выбор перечня профилей;
- выбор системы оценки качества дисциплин;
- экспертная процедура оценки дисциплин по каждому локальному критерию k_i и профилю специальности;
- определение системы ограничений;
- формирование функции полезности локальных критериев;
- синтез обобщенного критерия;
- поиск области компромиссов;
- поиск компромиссного решения по обобщенному критерию.

При этом предлагаемый метод предполагает разнесение во времени и пространстве процесса сбора и обработки экспертных оценок, особенно в случае привлечения экспертов со стороны работодателей и ВУЗов. Такой подход может быть реализован на основе использования сетевых технологий для сбора таких данных, что исключит необходимость собирать экспертов в одном месте и в одно время.

В качестве локальных критериев выбраны [11]:

– максимальная важность дисциплин для каждого профиля ОУ

$$S(x) = \max_{\Omega} \sum_{j=1}^{j'} \sum_{i=1}^u s_{ji} x_{ji}, \quad (1)$$

где Ω – область допустимых решений;

u – общее число дисциплин учебного плана профиля;

k – общее число профилей в ОУ;

s_{ji} – важность i -й дисциплины для j -го профиля;

x_{ji} – булева переменная, которая принимает значение 1, если i -я дисциплина включена в список дисциплин j -го профиля, и 0 – в противном случае;

– максимальная содержательность материала дисциплин

$$E(x) = \max_{\Omega} \sum_{j=1}^{j'} \sum_{i=1}^u e_{ji} x_{ji}, \quad (2)$$

где e_{ji} – содержательность материала i -й дисциплины в j -м профиле;

– максимальный методический уровень изложения изучаемого материала дисциплины

$$Z(x) = \max_{\Omega} \sum_{j=1}^{j'} \sum_{i=1}^u z_{ji} x_{ji}, \quad (3)$$

где z_{ji} – методический уровень изложения изучаемого материала i -й дисциплины в j -м профиле;

– максимальная сложность учебного материала дисциплины

$$V(x) = \max_{\Omega} \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^u v_{ji} x_{ji}, \quad (4)$$

где v_{ji} – сложность учебного материала i -й дисциплины в j -профиле.

Используя обобщенную аддитивную форму функции полезности, обобщенный критерий оценки дисциплины можно записать в виде [13, 14]

$$W_1(X^o) = \max_{x^o \in \Omega_x} \sum_{l=1}^{\rho} a_l p_l [k_l(x)], \quad (5)$$

$$W_2(X^o) = \min_{x^o \in \Omega_x} \sum_{l=1}^{\rho} a_l \bar{p}_l [k_l(x)], \quad (6)$$

где a_l – весовой коэффициент, отражающий важность l -го локального критерия;

ρ – количество локальных критериев;

$p_l [f_l(x)]$ – функция полезности l -го локального критерия;

$\bar{p}_l [f_l(x)]$ – функция потери полезности l -го локального критерия.

При этом весовые коэффициенты a_l определяются исходя из соотношения

$$\sum_{l=1}^{\rho} a_l = 1, \quad a_l \in [0, 1], \quad \forall l = \overline{1, \rho}. \quad (7)$$

Тогда задача многокритериального выбора дисциплин учебного плана состоит в поиске экстремального значения (5) или (6) при ограничениях:

– на максимальное количество учебных дисциплин по каждому профилю

$$\sum_{i=1}^u x_i \leq L_j^{\text{доп}}; \quad j = \overline{1, j'}, \quad (8)$$

где $L_j^{\text{доп}}$ – допустимое количество дисциплин вариативной части учебного плана по j -му профилю;

– на время изучения дисциплин вариативной части по j -му профилю

$$\sum_{i=1}^u t_i x_i \leq T_j^{\text{доп}}; \quad j = \overline{1, j'}, \quad (9)$$

где t_i – время изучения i -й дисциплины;

$T_j^{\text{доп}}$ – допустимое время изучения дисциплин вариативной части по j -му профилю.

Приведенная математическая модель относится к классу задач линейного дискретного программирования с булевыми переменными, реализация которой требует больших вычислительных затрат. В качестве основного алгоритма решения задачи был выбран метод эволюционного моделирования, основанный на теории генетических алгоритмов.

Выбор функции полезности является сложной и нетривиальной процедурой. Сложность заключается в том, что необходимо учесть разнородные характеристики (критерии)

проектируемой СМК. Обобщенная процедура построения функции полезности включает следующие шаги:

1. Формирование области допустимых решений.
2. Определение вида локальной функции полезности. Функция полезности должна отражать представление лица, принимающего решения (ЛПР), об ожидаемой полезности возможных исходов. Поэтому множество исходов упорядочивается по их предпочтительности, после чего в соответствие каждому возможному исходу необходимо поставить предполагаемое значение ожидаемой полезности.
3. Выбор и обоснование вида обобщенной функции полезности. Необходимо выяснить, являются ли согласованными количественные и качественные характеристики функции полезности к данному моменту.

С целью приведения к единому виду и агрегации частных оценок необходимо выбрать и обосновать функцию полезности локальных критериев, которая отображала бы конкретные особенности и цели СМК. Желательно, чтобы функция полезности частных критериев была универсальной и хорошо приспособленной для учета особенностей конкретных систем, их целей и критериев. Для этого она должна отвечать следующим требованиям: иметь единый интервал измерения $[0; 1]$; быть безразмерной и инвариантной к виду экстремума частного критерия (минимум или максимум). Последнее означает, что независимо от вида экстремума его наилучшему значению на множестве X должно соответствовать максимальное (равное единице), а наихудшему – минимальное (равное нулю) значение функции полезности частного критерия.

Функция полезности должна позволять реализовать как линейные, так и нелинейные неубывающие выпуклые вверх или вниз зависимости от абсолютного значения. Задача выбора функции полезности, отвечающей указанным выше требованиям, известна в теории многокритериального оценивания и оптимизации как задача нормализации частных критериев.

Наиболее универсальной и отражающей цели задачи синтеза информационных средств является функция полезности локальных критериев следующего вида

$$p_l[k_l(x)] = \left(\frac{k_l(x) - k_{l\text{нх}}}{k_{l\text{нл}} - k_{l\text{нх}}} \right)^{\lambda_l}, \quad (10)$$

где $k_l(x)$, $k_{l\text{нл}}$, $k_{l\text{нх}}$ – текущее, наилучшее и наихудшее значения i -го локального критерия;

λ_l – показатель нелинейности. При $\lambda_l = 1$ получаем линейную, при $0 < \lambda_l < 1$ – выпуклую, при $\lambda_l > 1$ – вогнутую зависимости. При этом кривизна зависит от величины λ_l .

Иногда удобнее пользоваться понятием потери оптимальности. В этом случае функцию потери полезности, имеющую смысл функции потери оптимальности по l -му частному критерию, можно записать так

$$\begin{aligned} \bar{p}(k_l(x)) &= 1 - p_l(k_l(x)) = \\ &= 1 - \left(\frac{k_l(x) - k_{l\text{нх}}}{k_{l\text{нл}} - k_{l\text{нх}}} \right)^{\lambda_l}. \end{aligned} \quad (11)$$

При определении значений $k_{l\text{нл}}$, $k_{l\text{нх}}$ на множестве допустимых решений X проводится оптимизация по каждому из частных критериев k_l , в результате которой определяются экстремальное по данному критерию решение

$$x^0 = \arg \operatorname{extr}_{x \in X} k_l(x), \quad l = \overline{1, n} \quad (12)$$

и соответствующие ему значения всех частных критериев $k_l(x)$. Тогда $k_{l\text{нл}} = \operatorname{extr} k_l(x)$, а

$$k_{l\text{нл}} = \begin{cases} \max_{x \in X} k_l(x), & \text{если } k_l(x) \rightarrow \max, \\ \min_{x \in X} k_l(x), & \text{если } k_l(x) \rightarrow \min, \end{cases} \quad (13)$$

а $k_{l\text{нх}}$

$$k_{l\text{нх}} = \begin{cases} \min_{x \in X} k_l(x), & \text{если } k_l(x) \rightarrow \max, \\ \max_{x \in X} k_l(x), & \text{если } k_l(x) \rightarrow \min. \end{cases} \quad (14)$$

Интервал $[k_{l\text{нл}}, k_{l\text{нх}}]$ включает в себя точки экстремумов всех частных критериев. Таким образом, значения $k_{l\text{нл}}, k_{l\text{нх}}$, $l = \overline{1, n}$, являются границами отображения приближенной области компромиссов X^P на пространстве критериев K , которая включает область ком-

промиссов, так как для неё выполняется необходимое условие области компромиссов – включение глобальных экстремумов всех частных критериев.

Выводы

Таким образом, предложенный метод формирования списка дисциплин вариативной составляющей учебного плана является достаточно эффективным средством для облегчения процесса принятия решений. При этом значительно сокращаются временные затраты на формирование данного списка при использовании такого формализованного подхода, что достигается за счет учета возможности территориального распределения экспертов, а также сбора экспертных оценок в различные периоды времени, которые более удобны для экспертов. В свою очередь данные факторы позволяют уменьшить количество принимаемых субъективных решений на основе авторитарного влияния одних экспертов на других. Кроме этого, в процессе экспертного обсуждения и оценивания, как правило, эксперты отдадут предпочтение какому-либо одному критерию, который для них является наиболее важным. Это ведет к сведению данной задачи к однокритериальной постановке, что во многих случаях является недопустимым. Предложенный метод лишен данного недостатка, что позволяет принимать эффективные решения на основе многокритериального оценивания. Помимо этого, в отличие от существующих методов, время получения решения с помощью данной модели не зависит от количества задействованных экспертов.

Литература

1. Мартюшов А. В. Применение ИКТ в управлении образованием как компонент развития единой образовательной среды: [Электронный ресурс] / А. В. Мартюшов // Информационные технологии в образовании («ИТО-2002»); материалы XII международной конференции-выставки 4–8 ноября 2002 г., Москва. – <http://ito.edu.ru/2002/IV/IV-0-3066.html>.

2. Дахер Е.А. Современные инновационные компьютерные технологии и их влияние на процесс обучения / Е.А. Дахер // Матеріали ІХ Міжнародної наукової конференції ім. академіка М. Кравчука. – К.: НТУУ ІКПГ, 2009. – 489 с.
3. Смольникова И.А. Информационные технологии в образовании / И.А. Смольникова. – М.: АПКИПРО, 2003. – С. 13–36.
4. Романов А.Н. Технологии дистанционного обучения в системе заочного экономического образования / А.Н. Романов, В.С. Торопцов, Д.Б. Григорович. – М.: ЮНИТИ ДАНА, 2000. – 303 с.
5. Левыкин В.М. Комплексная система информатизации ВУЗа / В.М. Левыкин // Новый колледж. – 2005. – № 4. – С. 13–17.
6. Андреев А.А. Компьютерные и телекоммуникационные технологии в сфере образования / А.А. Андреев // Школьные технологии. – 2001. – №3. – С. 15 – 18.
7. Сайков Б.П. Организация информационного пространства образовательного учреждения: практическое руководство / Б.П. Сайков – М.: Бинум. Лаборатория знаний, 2005. – 114 с.
8. Смирнова Г.Н. Проектирование информационных систем / Г.Н. Смирнова. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 192 с.
9. Захарова И.Г. Информационные технологии в образовании / И. Г. Захарова. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 192 с.
10. Закон України про загальну середню освіту : (Верховна Рада України; Закон від 13.05.1999 № 651-ХІV) [Електронний ресурс] // <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/651-14>.
11. Кивни Р. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Р. Кивни, Х. Райфа; под ред. И.К. Харонова. – М.: Наука, 1989. – 576 с.

Рецензент: О.П. Алексеев, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 27 февраля 2012 г.