

2. Консервативный, немедикаментозный метод цветоимпульсной терапии более эффективен для профилактики начальных форм заболевания зрительного аппарата человека.

Литература

1. Жидецкий В.И. Охорона праці користувачів комп'ютерів: Навчальний посібник. – Львів: Афіша, 2001.
2. Гігієна праці: Підручник/ А.М. Шевченко, О.П. Яворовський, Г.О. Гончарук та ін.; За ред. проф. А.М. Шевченко. – К.: Інфотекс, 2000. – 608 с.
3. ГСанПиН 3.3.2.007-98 «Государственные санитарные правила и нормы работы с визуальными дисплейными терминалами электронно-вычислительных машин».
4. Аппарат визуальной цветоимпульсной стимуляции с биологической обратной связью (БОС) для снятия эмоционального напряжения (АСИР) ТУ 9.444-001-172-603189-98. Утв. Руководителем госконтроля качества и безопасности лекарственных средств и медтехники Рос. Федерации.

5. Цветоимпульсная офтальмотерапия аппаратом «АСИР» в комплексном лечении синдрома хронической усталости / Н.В. Гаврюшенко, Т.П. Михайлова, О.Б. Егорченко и др. // Медицинская реабилитация, курортология, физиотерапия. – 2008. – №2.
6. Информационные технологии гигиены зрительно-психологической работы оператора ЭМ/А.П. Лютый, И.Д. Труфанов, Т.И. Михайлова, В.И. Шмирко, Г.И. Дудник, С.И. Арсеньева // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, № 2/8(44). – 2010. – с. 9–20.
7. Боровиков В.П. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере для профессионалов. – СПб.: Питер, 2001. – 656 с.
8. Справочник по теории автоматического управления / под ред. А.А. Красовского. – М.: Наука, 1987. – 712 с.
9. Кроуэлл Р., Фикс Р. Введение в теорию узлов. – М.: Мир, 1987. – 348 с.
10. Лекции по теории графов/ В.А. Емеличев, О.И. Мельников, В.И. Сарвинов, Р.И. Тышкевич.– М.% Наука, 1990.–384 с.
11. Милсум Дж. Анализ биологических систем (Перевод с английского Э.Л. Наппельбаума. – М.: Мир, 1968. – 502 с.).

УДК 681.3

МЕТОДЫ СРАВНЕНИЯ УСПЕВАЕМОСТИ АКАДЕМИЧЕСКИХ ГРУПП

П. В. Кузенков*

З. В. Дударь

E-mail: software@kture.kharkov.ua

Кандидат технических наук, профессор, и.о. заведующего кафедрой*

А. В. Вечур

Кандидат технических наук, доцент*

E-mail: vechur@kture.kharkov.ua

*Кафедра ПО ЭВМ

Харьковский национальный университет
радиоэлектроники
пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166

У статті розглянуті методи порівняння поточної успішності академічних груп на основі рейтингів шляхом вирішення багатокритеріальної задачі

В статье рассмотрены методы сравнения текущей успеваемости академических групп на основе рейтингов путем решения многокритериальной задачи

The article describes the methods to compare the current performance of academic groups based on rankings by solving the multicriteria

1. Введение

Расширение автономии вузов делает более актуальной проблему введения и использования оценоч-

ных подходов и процедур в системе образования. Поиск приемлемых показателей для оценки результатов деятельности вузов представляет собой нелегкую задачу. Показатели оценки результатов и системы сти-

мулирования должны занять более важное место в отношениях между университетами и их социальными партнерами по сравнению с традиционной системой, основанной на выполнении определенных директив в жестких иерархических рамках и на контроле соответствия содержания и методов обучения установленным нормами и требованиям [1].

2. Формализация целей процесса обучения

Сформулируем некоторые цели высшего образования:

- передача накопленных человечеством знаний;
- систематизация и развитие этих знаний, открытие новых знаний и их распространение;
- решение прикладных проблем с использованием научного потенциала вуза;
- создание предпосылок для всестороннего развития личности;
- усвоение знаний на творческом уровне.

Знания, соответствующие творческому уровню усвоения, оцениваются на "отлично". Система обучения должна обеспечить формирование профессиональных знаний в сочетании с высоким теоретическим уровнем, позволяющим решать познавательные и практические задачи в новых видах профессиональной деятельности. Эта цель требует обеспечить усвоение знаний не ниже аналитического уровня. Если оценивать знания в традиционной системе, то это соответствует оценкам "отлично" и "хорошо".

Если рассмотреть обычную академическую группу, то в ней почти всегда есть часть студентов, которые усваивают учебную информацию на творческом уровне. Мы отождествляем их с числом студентов, имеющих только отличные оценки.

Обозначим это число отличников через n_T . Кроме этого, есть часть студентов, которые усваивают информацию на аналитическом уровне и имеют оценки "хорошо". Обозначим это число студентов через n_a . Наконец, есть часть студентов, усваивающих учебную информацию на формальном уровне. Это студенты, имеющие удовлетворительные оценки, их число равно n_ϕ .

Если в группе студентов, из которых по – количество не аттестованных, то N – количество студентов, у которых уровень усвоения знаний определен. Введем обозначения относительных долей студентов разных категорий:

$$v_T = n_T / N; v_a = n_a / N; v_\phi = n_\phi / N;$$

$$v_o = n_o / N; v_H = n_H / N,$$

где v_H – относительная доля студентов, получивших неудовлетворительные оценки по какой-либо дисциплине.

В дальнейшем будем рассматривать только аттестованных студентов.

Очевидно, что:

$$v_T + v_a + v_\phi + v_H = 1. \quad (1)$$

Величины v_T , v_a , v_ϕ , v_H можно рассматривать как частные критерии качества обучения, тогда цель обучения представляет собой многокритериальную

задачу, которая может быть сформулирована одним из следующих способов:

A – построить учебный процесс таким образом, чтобы добиться максимального числа студентов, усваивающих учебную информацию не ниже аналитического уровня, стремясь при этом минимизировать долю студентов, получающих удовлетворительные и неудовлетворительные оценки, т.е.:

$$\max v_T, \max v_a, \min v_\phi, \min v_H \quad (2)$$

или

$$\max v_T, \max v_a, \max(-v_\phi), \max(-v_H).$$

B – построить учебный процесс таким образом, чтобы добиться минимальной доли студентов, не усваивающих учебную информацию:

$$\max v_T, \max v_a, \max v_\phi, \min v_\phi$$

или, учитывая (1) можно сократить число критериев так, что в случае B будет:

$$\max v_T, \max v_a, \max v_\phi \quad (3)$$

Цель обучения A труднее, чем B, но обеспечивает более высокое качество подготовки специалистов.

Очевидно, что частные критерии оптимальности, входящие в (2) или в (3) при выполнении условия (1) являются противоречивыми, т.к. увеличение одного из них приводит к уменьшению хотя бы одного другого.

Множественность показателей (мер качества), характеризующих какие-либо объекты, не позволяет сравнивать эти объекты между собой без дополнительного анализа информации (например, без знания предпочтительности этих показателей). Различные способы их объединения, осуществляемые по тем или иным правилам, называются свертыванием (или сверткой векторного критерия, компонентами которого являются различные показатели). Типология моделей свертывания, наряду с анализом теорий квалиметрических шкал, наиболее полно и подробно изложена в работе [2].

Согласно системе понятий квалиметрии вводятся понятия двух классов свертывания:

- операционные свертывания, формирующие комплексные, групповые показатели из разнородных простых или сложных показателей (мер);

- статистические, формирующие обобщенные показатели из однородных показателей или мер.

Классы свертывания конкретизируются через типы свертывания, которые сведены в таблицу [2].

В нашем случае, когда в виде векторного критерия выступают выражения (3) или (2), можно использовать тип свертывания, названный сепарабельным (частный случай – аддитивное свертывание по Ю. Гермейеру).

Если цель обучения сформирована как задача A (2), тогда она сводится к максимизации обобщенного критерия Z_a , имеющего вид:

$$Z_a = \alpha_T v_T + \alpha_a v_a + \alpha_\phi v_\phi - \alpha_H v_H, \quad (4)$$

где α_T , α_a , α_ϕ , α_H – коэффициенты, характеризующие важность частных критериев.

Обычно требуется выполнение условий:

$$\alpha_T > 0 \quad \alpha_a > 0 \quad \alpha_\phi > 0 \quad \alpha_H > 0. \quad (5)$$

Критерий Z_a позволяет сравнивать между собой по успеваемости различные группы студентов (академические группы, курсы, факультеты и т.д.) группа студентов 1, уровень знаний которой характеризуется вектором $v^1 = (v_T^1, v_a^1, v_\phi^1, v_H^1)$, является лучше группы студентов 2, уровень знаний которой характеризуется вектором $v^2 = (v_T^2, v_a^2, v_\phi^2, v_H^2)$ только тогда, когда $Z_a^1 > Z_a^2$, т.е.

$$(\alpha_T v_T^1 + \alpha_a v_a^1 + \alpha_\phi v_\phi^1 - \alpha_H v_H^1) > (\alpha_T v_T^2 + \alpha_a v_a^2 + \alpha_\phi v_\phi^2 - \alpha_H v_H^2)$$

При использовании обобщенного критерия типа Z_a основная трудность заключается в нахождении численных значений весовых коэффициентов $(\alpha_T, \alpha_a, \alpha_\phi, \alpha_H)$.

Если цель обучения сформулирована как задача В (3), то формально она сводится к максимизации обобщенного критерия, имеющего вид:

$$Z_B = \beta_T v_T + \beta_a v_a + \beta_\phi v_\phi. \tag{6}$$

Как и в случае критерия Z_a , критерий Z_B позволяет сравнивать между собой по успеваемости различные группы студентов.

Будем считать, что группа студентов 1 с вектором успеваемости $v^1 = (v_T^1, v_a^1, v_\phi^1)$ лучше группы студентов 2, успеваемость которой характеризуется вектором $v^2 = (v_T^2, v_a^2, v_\phi^2)$, только в том случае, если $Z_B^1 > Z_B^2$.

Проанализируем теперь известные методы оценки знаний студентов с точки зрения формализованных целей обучения.

Средний балл (Z_{cp}) подсчитывается по формуле:

$$Z_{cp} = 5v_T + 4v_a + 3v_\phi + 2v_H.$$

Разделим левую и правую часть этого выражения на сумму всех весов оценок $Z = 5 + 4 + 3 + 2 = 14$.

Получим, что

$$Z = 0,36v_T + 0,29v_a + 0,21v_\phi + 0,14v_H. \tag{7}$$

Очевидно, что если при оценке знаний пользоваться средним баллом, то стремление к обеспечению максимального значения обобщенного критерия (7) приводит к противоречию, т.к. составляющие $0,21v_\phi$ и $0,14v_H$ вносят положительный вклад в обеспечение максимального значения Z .

Таким образом, решение экстремальной задачи

$$\max\{0,36v_T + 0,29v_a + 0,21v_\phi + 0,14v_H\}$$

противоречит сформулированным целям обучения (1) и (2).

Если средний балл подсчитать по формуле:

$$Z_{cp} = 5v_T + 4v_a + 3v_\phi,$$

а затем разделить правую и левую часть на $Z = 12$, получим

$$Z = 0,42v_T + 0,33v_a + 0,25v_\phi. \tag{8}$$

Максимизация критерия (8) соответствует цели обучения в (3).

Процент успеваемости: $\Pi = v_T + v_a + v_\phi$.

Показатель качества: $K = v_T + v_a$.

Наибольшие значения Π и K – это

$$\max \Pi = \max\{v_T + v_a + v_\phi\}, \tag{9}$$

$$\max K = \max\{v_T + v_a\}. \tag{10}$$

Сформулированный подход к оценке уровня усвоения знаний студентами является многокритериальным и может быть сведен к экстремальной задаче вида:

$$\max\{\alpha\Pi + (1-\alpha)K\} = \max\{v_T + v_a + \alpha v_\phi\},$$

где $0 < \alpha < 1$; при $\alpha = 1$ цель управления процессом обучения по данному методу сводится к максимизации показателя успеваемости (9), т.е. к задаче (3), а при $\alpha = 0$ – к максимизации показателя качества (10).

Экстремальная задача (10) является частным случаем задачи (2), если соответствующим образом выбрать весовые коэффициенты.

Метод статистических распределений позволяет записать соответствие буквенных обозначений четырех градаций успеваемости введенным обозначениям:

$$A = v_T \quad B = v_a + v_\phi \quad C = v_H \quad D = v_o.$$

Либо

$$A = v_T + v_a \quad B = v_\phi \quad C = v_H \quad D = v_o,$$

(11)

возможны другие варианты.

При выполнении требования (4) обобщенный критерий оптимальности будет соответствовать цели обучения В.

Метод оценки успеваемости по медиане, с точки зрения введенной цели обучения, сводится к методу средних баллов и либо противоречит сформулированной цели обучения (при наличии всех возможных оценок студентов), либо соответствует цели обучения В, если в группе нет неудовлетворительных оценок и выполняется требование (3).

Оценки учебной деятельности групп, курсов и т.д. следующие: Y_m – текущая успеваемость, V_H – доля неуспевающих, V_o – доля неаттестованных студентов, $K_{ФН}$ – коэффициент фактической нагрузки. Множество успевающих студентов разделено на два подмножества: знающих на формальном уровне (v_ϕ), знающих на уровне выше формального ($v'_a = v_a + v_T$). В связи с этим:

$$Y_m = b_a v'_a + b_\phi v_\phi, \tag{12}$$

где $v'_\phi = n'_\phi / (n_\phi + n'_\phi)$;

$v'_a = n'_a / (n'_a + n_a)$;

$(n'_a + n'_\phi)$ – количество аттестованных студентов;

b_a и b_ϕ – весовые коэффициенты, значения которых определяются методом экспертных оценок.

При $b_a = 4,5$ и $b_\phi = 3$, получим

$$v'_a = (Y_m - b_\phi) / (b_a - b_\phi) = 0,67Y_m - 2.$$

По значению Y_m с помощью номограммы (рис. 1) находим v'_a и v_ϕ . При делении левой и правой частей выражения (12) на $(b_a + b_\phi)$, получим

$$Y'_m = b'_T v_T + b'_a v_a + b'_\phi v_\phi,$$

что отвечает задаче В с позиции целей обучения.

Наряду с максимизацией Y_m ставится задача минимизации V_H , тогда окончательный вид обобщенного критерия:

$$Z = a'_T v_T + a'_a v_a + a'_\phi v_\phi - a'_H v_H \tag{13}$$

Подводя итоги, надо отметить, что все существующие методы оценки знаний студентов не выходят за границы цели обучения, сформулированной как задача В; более того, они являются всего лишь частными случаями линейной свертки векторного критерия (3) при дополнительных ограничениях на весовые коэффициенты. Что же касается выбора весовых коэффициентов, то он либо предопределен (метод среднего балла), либо находится обычным экспертным способом.

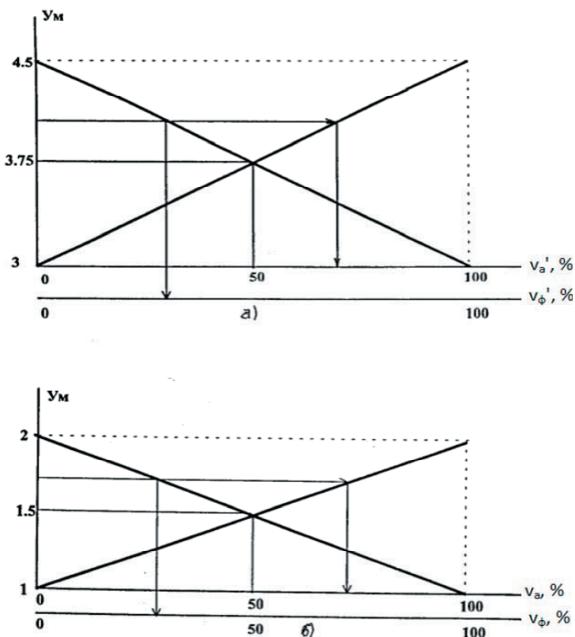


Рис. 1. Номограмма для нахождения v_a и v_ϕ по значению Y_m : а) весовые коэффициенты $b_a = 4,5$; $b_\phi = 3$; б) весовые коэффициенты $b_a = 2$; $b_\phi = 1$

В заключение рассмотрим на условном примере оценки качества усвоения знаний, полученные при использовании различных методов. Используются формулы (7), (8), (10), (11), (12), (13).

Пусть в группе 1 распределение оценок по предмету следующее: "отлично" – 10, "хорошо" – 10, "удовлетворительно" – 6, "неудовлетворительно" – 4. В группе 2 распределение оценок по тому же предмету следующее: "отлично" – 17, "удовлетворительно" – 5, "неудовлетворительно" – 8. Расчетные данные сведены в табл. 1.

Таблица 1

Расчетные данные												
Номер группы	Оценки успеваемости											
	По среднему баллу	П, %	К, %	По медиане	По распределению							По обобщенному критерию Z
					A %	B %	C %	D %	Y_m	v_H %	v_O %	
1	3,86	86	66	4	33	53	14	–	4,15	13	–	0,34
2	3,86	73	56	4,6	56	17	27	–	4,16	27	–	0,2

Из этого примера можно сделать следующие выводы:

- средний балл не реагирует на изменение распределений;
- выводы, получаемые методом медианных оценок и с помощью показателей "процента успеваемости" и "качества", противоположны;
- результаты учебной деятельности групп по распределению А, В, С, Д оцениваются в общем случае четырехмерным вектором, причем, компонентные критерии противоречивы; по существу, идет сравнение по гистограммам;
- при использовании характеристик Y_m, v_H, v_O на единицу сокращается размерность вектора, что является положительным. В этом частном случае можно сделать выбор лучшей группы без дополнительных анализов результатов: группа 1 лучше группы 2 (отличия в значениях Y_m незначительные, сравнение v_H позволяет сделать выбор);
- обобщенный критерий, полученный в результате свертки векторного критерия (13), дает возможность сделать однозначный вывод: группа 2 хуже, чем группа 1.

3. Выводы

Анализ различных методов, используемых для оценки уровня знаний студентов, позволяет отдать предпочтение методу свертки частных критериев оптимальности (обобщенный критерий), т.к. он позволяет автоматизировать процесс принятия решения.

Использование вышеописанной методики позволяет сделать вывод, что при сравнительной простоте выбранных показателей удастся вести эффективное сравнение текущей успеваемости студентов.

Литература

1. Ахмедьянова Г.Ф., Пищухин А.М. Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении «ПИТ-2006». – Самара, 2006 – С.93.
2. Донской А.И. Методические основы и указания по планированию, контролю и анализу самостоятельной работы студентов. – М.: МЭИ, 1983. – 28 с.