



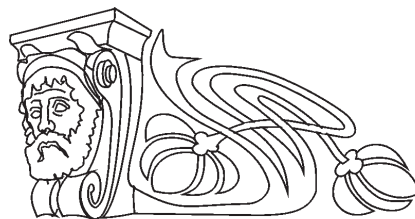
6. *Obucheniye russkomu yazyku v shkole: ucheb. posobiye dlya studentov pedagogicheskikh vuzov* (Teaching Russian at school: textbook for students of pedagogical universities). Ed. Ye. A. Bystrova. Moscow, 2004. 240 p.
7. Litnevskaya Ye. I., Bagryantseva V. A. *Metodika prepodavaniya russkogo yazyka v sredney shkole: ucheb. posobiye dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy* (Teaching methodology of the Russian language at secondary school: Textbook for students of higher educational institutions). Ed. Ye. I. Litnevskoy. Moscow, 2006. 590 p.
8. Uspenskiy M. B. *Kurs sovremennogo russkogo yazyka v pedagogicheskom vuze: ucheb. posobiye* (A course of modern Russian language in pedagogical University). Moscow; Voronezh, 2004. 190 p.
9. Lvov M. R. *Slovar-spravochnik po metodike prepodavaniya russkogo yazyka: ucheb. posobiye dlya studentov pedagogicheskikh vuzov i kolledzhey* (A Handbook on methods of teaching Russian language). Moscow, 1999. 272 p.
10. Galskova N. D., Gez N. I. *Teoriya obucheniya inostrannym yazykam: lingvodidaktika i metodika* (Theory of teaching foreign languages: linguodidactics and methodology). Moscow, 2005. 336 p.

УДК 372.851+37.035+51-7+619.21+519.7

СОЦИОМЕТРИЧЕСКИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ОБУЧАЕМОГО КОНТИНГЕНТА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ И ОПТИМИЗАЦИИ ГРУППОВОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ В ШКОЛЕ И ВУЗЕ

Фирстов Виктор Егорович

доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук,
профессор кафедры компьютерной алгебры и теории чисел,
Саратовский государственный университет
E-mail: firstov1951@gmail.com



Цель данной работы – определить информационные критерии оптимизации группового сотрудничества в учебном процессе посредством кластеризации обучаемого контингента. Искомый критерий управления процедурой кластеризации строится по принципу минимизации энтропии и реализуется по двум информационным каналам: во-первых, по результатам предметного тестирования обучаемого контингента; во-вторых, по социометрическим данным путем измерения матрицы симпатий обучаемого контингента. Показано, что при дублированном управлении анализ социометрии обеспечивает расширение возможностей для оптимизации группового сотрудничества и эффективной реализации дидактических принципов в процессе обучения в школе и вузе, что улучшает показатели академической успешности обучаемого контингента.

Ключевые слова: социометрическая матрица симпатий, кластеризация, информационная энтропия, групповое сотрудничество, учебный процесс, оптимизация, информационно-коммуникационная технология, обучаемый контингент.

Введение

Важным элементом модернизации отечественного образования является расширение теоретического аппарата педагогики до уровня логико-математического формата, так как обучение имеет дело с передачей информации в виде знаний. Информация является основным понятием кибернетики, которое обладает метрической функцией, и, таким образом, исследова-

ние дидактических процессов переводится в плоскость математического моделирования, обеспечивающего функцию предсказания результатов образовательного процесса. Ниже этот аспект модернизации показан на примере организации группового сотрудничества в учебном процессе.

1. Социометрические аспекты кластеризации обучаемого контингента

1.1. Отношение симпатии между элементами социометрической матрицы. Пусть $A = \{a_1; a_2; \dots; a_m\}$ – конечное множество, представляющее обучаемый контингент, для которого определена функция $A^2(s)$, задающая паре учащихся $(a_i; a_j) \in A^2$, $i; j = 1; m, i \neq j$ уровень симпатии $s = 0; 1; 2; \dots; s_{max}$ обучаемого a_i по отношению к a_j (обычно $3 \leq s_{max} \leq 10$ [1, 2]). Индексы i, j могут иметь значения от единицы до определенного натурального числа m , указывающего количество студентов в группе; $i \neq j$ – студенты разные. С помощью процедуры тестирования контингента A устанавливается социометрическая матрица $A^2(s)$ размера $m \times m$, определяющая уровни симпатий $s_{ij} \in s$ между обучаемыми контингента A (1).



$$A^2(s) = \begin{matrix} & a_1 & a_2 & \dots & a_{m-1} & a_m \\ a_1 & \bullet & s_{12} & \dots & s_{1,m-1} & s_{1,m} \\ a_2 & s_{21} & \bullet & \dots & s_{2,m-1} & s_{2,m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m-1} & s_{m-1,1} & s_{m-1,2} & \dots & \bullet & s_{m-1,m} \\ a_m & s_{m,1} & s_{m,2} & \dots & s_{m,m-1} & \bullet \end{matrix} \quad (1)$$

Матрица (1) отражает психологический микроклимат в рассматриваемом социуме. Отметим, что величина $\bar{s} = s_{max} - s$ характеризует уровень антипатии между обучаемыми данного контингента A и, по аналогии с матрицей (1), строится социометрическая матрица $A^2(\bar{s})$, отражающая уровни антипатий между обучаемыми. В связи с этим величина суммы

$$0 \leq S = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m s_{ij} \leq m(m-1) s_{max}, \quad i \neq j \quad (2)$$

отражает общий уровень симпатии в контингенте A и, если оказывается, что

$$S > m(m-1) s_{max} / 2, \quad (3)$$

то микроклимат такого социума является позитивным (толерантным); в противном случае возможны негативные проявления, затрудняющие кластеризацию обучаемого контингента при организации и оптимизации группового сотрудничества в процессе обучения.

1.2. Измерение и анализ матрицы симпатий. Рассмотрим матрицу симпатий между студентами 4 курса механико-математического факультета СГУ, измеренную в ходе проведения занятий по дисциплине «Компьютерная алгебра» специальности 010901 «Механика» в 2012 г. (табл. 1).

Таблица 1

Социометрическая матрица отношений симпатий

№	Студент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Уровень коммуни- кабельности
1	Екатерина М.	●	2	3	2	2	3	3	3	2	2	22
2	Илья О.	1	●	3	1	1	1	1	2	1	1	12
3	Олег М.	1	3	●	2	1	1	1	2	1	1	13
4	Илья К.	2	2	2	●	3	1	1	2	3	3	19
5	Сергей Р.	2	2	2	3	●	1	1	2	3	3	19
6	Марат М.	3	2	3	1	1	●	3	2	2	1	18
7	Максим Е.	3	2	3	0	2	3	●	2	2	2	19
8	Леонид Б.	2	2	2	1	2	2	3	●	1	2	17
9	Иван З.	1	2	2	1	3	0	0	3	●	3	15
10	Андрей К.	2	2	2	3	3	1	1	2	3	●	19
Рейтинг популярности		17	19	22	14	18	13	14	20	18	18	173

Примечание. Шкала уровня симпатии – по нарастанию чисел 0, 1, 2, 3.

Как видно, в группе преобладает сотрудничество, так как величина общего уровня симпатии (2) для нее равна $S = 173$, что выше значения 135 по условию (3) при $m = 10$ и $s_{max} = 3$ (см. табл. 1). Касаясь анализа рейтингов популярности студентов, мы обнаруживаем на-

личие неформального лидера в группе (№ 3). Кроме того, данные позволяют выявить информацию, касающуюся некоторых индивидуальных особенностей симпатий исследуемого контингента, так как представлены показатели коммуни- кабельности каждого студента. Напри-



мер, у первого студента уровень коммуникабельности равен: $2 \cdot 5 + 3 \cdot 4 = 22$. Это раскрывает ряд социологических эффектов: если в рейтинге популярности второй и третий студенты занимают ведущие позиции, то по уровню коммуникабельности они на последних местах и наоборот: при самом высоком уровне коммуникабельности первой студентки у неё средний уровень популярности. В итоге получается, что неформальное лидерство в группе может быть при невысоком уровне коммуникабельности и важными являются индивидуальные качества личности лидера, как следствие, высокий уровень коммуникабельности не всегда обеспечивает лидерство в группе. Разумеется, если подобные тренды наблюдаются в учебном процессе, их следует использовать в дидактических целях. Однако вопрос, насколько устойчивыми

они являются в процессе обучения, требует дальнейших исследований.

1.3. Кластеризация обучаемого контингента по данным социометрии: критерий управления и оптимизация поиска. Для организации и оптимизации группового сотрудничества в учебном процессе эффективное управление кластеризацией обучаемого контингента формируется в рамках теории матричных игр [3]. Социометрическую матрицу (1) можно рассматривать как платежную матрицу матричной игры, в которой для оптимизации выигрыша игроки вступают в коалиции (блоки) так, что максимальный выигрыш достигается при оптимальном разбиении платежной матрицы на блоки. Критерий оптимизации управления процессом кластеризации обучаемого контингента в данном случае определяется следующим образом.

$$\text{Пусть } A = A_1 \cup A_2 \dots \cup A_k, k = \overline{1; m}, A_i \cap A_j = \emptyset, i, j = \overline{1; k}, i \neq j - \quad (4)$$

некоторое разбиение множества A на блоки $A_1; A_2; \dots; A_k$, описывающее кластеризацию обучаемого контингента со шкалой симпатий $s = 0; 1; \dots; s_{max}$, и $S(A_i)$ – суммарный уровень симпатий по блоку $A_i^2(s)$ матрицы (1), где k – количество подгрупп, на которые разбивает-

ся обучаемый контингент. Тогда критерий оптимизации имеет вид:

$$\Psi = \sum_{i=1}^k S(A_i) \rightarrow \max \quad (5)$$

Обоснование критерия (5) происходит по теореме о минимаксе [3], и рассматриваемый критерий принимает эквивалентную форму вида:

$$S(A) - \sum_{i=1}^k S(A_i) = S(\overline{A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_k}) = S(\overline{A_1} \cap \overline{A_2} \cap \dots \cap \overline{A_k}) \rightarrow \min, \quad (6)$$

где $S(A)$ – суммарный уровень симпатий по матрице $A^2(s)$ вида (1), а черта над подмножествами означает операцию дополнения. Смысл критерия (6) довольно прозрачен – максимизация уровня симпатий (5) равносильна минимизации уровня антипатий в обучаемом контингенте. Поскольку при измерении социометрической матрицы $A^2(s)$ мы имеем дело с некоторым случайным процессом, то, посредством нормировки (6) по $S(A)$, получаем соотношение для вероятностей $\overline{p}_1 \overline{p}_2 \dots \overline{p}_k \rightarrow \min$, что равносильно минимизации информационной энтропии по К. Шеннону [4]:

$$H(\overline{p}) = - \sum_{i=1}^k \overline{p}_i \log \overline{p}_i \rightarrow \min, \quad (7)$$

где $p_i = |S(A_i)| / |S(A)|, p_i + \overline{p}_i = 1, \overline{p} = \overline{p}_1 \overline{p}_2 \dots \overline{p}_k$. Таким образом, критерий (5) получает объяснение в рамках теории информации, трактуя максимум уровня симпатии (5) как минимум уровня антипатии (7) в коалициях, т.е антипатия в подгруппах равносильна антикоммуникабельности между субъектами.

1.4. Управление кластеризацией учебной группы по данным социометрии. Имеют место определенные коммуникативные пределы в связи с принятием решения в малых группах (кластерах): нижний предел численности составляет не менее трех учащихся; верхний предел обычно составляет не более 40% от количества обучаемых, но не более 15 учащихся [5, 6].

Анализируя данные социометрической матрицы (см. табл. 1) на предмет кластеризации по критерию (5), можно сказать следующее: данный контингент общей численностью $m=10$ разбивается на кластера, два из которых содержат по три, а один – четыре человека. Подходящими вариантами разбиения представляются следующие (см. табл. 1):

вариант I: $A = (\{1; 6; 7\} \cup \{2; 3; 8\} \cup \{4; 5; 9; 10\})$, значение критерия (5): $\Psi_I = 66$;

вариант II: $A = (\{3; 6; 7\} \cup \{5; 9; 10\} \cup \{1; 2; 4; 8\})$, значение критерия (5): $\Psi_{II} = 54$;

вариант III: $A = (\{1; 9; 10\} \cup \{6; 7; 8\} \cup \{2; 3; 4; 5\})$, значение критерия (5): $\Psi_{III} = 53$.



Максимальное значение критерия (5), равное 66, у варианта I. Этот вариант кластеризации является оптимальным и представлен в табл. 2.

Таблица 2

Структурная оценка социальных коалиций

№	Студент	1	6	7	2	3	8	4	5	9	10	№ коалиции
1	Екатерина М.	●	3	3	2	3	3	2	2	2	2	I
6	Марат М.	3	●	3	2	3	2	1	1	2	1	
7	Максим Е.	3	3	●	2	3	2		2	2	2	
2	Илья О.	1	1	1	●	3	2	1	1	1	1	II
3	Олег М.	1	1	1	3	●	2	2	1	1	1	
8	Леонид Б.	2	2	3	2	2	●	1	2	1	2	
4	Илья К.	2	1	1	2	2	2	●	3	3	3	III
5	Сергей Р.	2	1	1	2	2	2	3	●	3	3	
9	Иван З.	1			2	2	3	1	3	●	3	
10	Андрей К.	2	1	1	2	2	2	3	3	3	●	
Индекс симпатии в коалиции		18 (100%)			14 (78%)			34 (94%)				

Примечание. В скобках процентное соотношение индекса симпатии в соответствующей коалиции.

2. Интеллектуальные аспекты кластеризации обучаемого контингента

2.1. Определение «интеллектуального портрета» обучаемого контингента и его кластеризация по измерениям академической успешности в группе. В этом случае формирование оптимального разбиения обучаемого контингента на кластеры реализуется посредством определенной процедуры тестирования в виде информационно-коммуникационной технологии (ИКТ) [7–9], которая описана на сайте [1].

Ниже приводится вариант поэтапного проведения кластеризации исследуемой группы на основе тестов академической успеваемости по дисциплине «Компьютерная алгебра» специальности 010901 «Механика» при изучении темы «Элементы теории множеств, отношений и комбинаторики». Тестирование проводилось по второму варианту, варианты тестов даны в руководстве [10].

Формирование интеллектуального портрета обучаемого контингента является одним из этапов ИКТ для оптимизации группового сотрудничества и реализуется посредством

индивидуального тестирования обучаемых субъектов, результаты которого представлены (табл. 3).

Формирование интеллектуального портрета этих студентов выполнено по измерениям (см. табл. 3) и представлено (табл. 4), что обеспечивает канал селекции ошибок с соответствующей оценочной шкалой результатов испытания, которая построена следующим образом: каждый тест содержит 12 заданий; к каждому заданию предложено 4 варианта ответов, из которых только один правильный. Если общее количество правильных ответов меньше 6 – оценка «2», за 6–7 правильных ответов – «3», за 8–9 – «4», за 10–12 – «5».

2.2. Оптимальное разбиение группы на подгруппы посредством минимизации групповой информационной энтропии. При оптимизации разбиения группы на подгруппы, обеспечивающего эффективное обучение в малых группах, используются данные социометрии (см. табл. 1, 2) и принцип минимизации групповой информационной энтропии [7, 1, 8].



Таблица 3

Результаты индивидуального тестирования студентов: измерение энтропии $H(A)$

№	Студент	\bar{t}_i	t_i	Количество правильных ответов	Оценка	λ_i	p_i	$-p_i \log_2 p_i$
		мин.						
1	Екатерина М.	28	34	9	4	0,433	0,124	0,373
2	Илья О.	45	55	7	3	0,083	0,024	0,129
3	Олег М.	36	42	9	4	0,3	0,086	0,305
4	Илья К.	32	36	10	5	0,4	0,115	0,359
5	Сергей Р.	32	40	8	4	0,333	0,096	0,325
6	Марат М.	30	40	7	3	0,333	0,096	0,325
7	Максим Е.	28	34	9	4	0,433	0,124	0,373
8	Леонид Б.	32	42	7	3	0,3	0,086	0,305
9	Иван З.	28	34	9	4	0,433	0,124	0,373
10	Андрей К.	28	34	9	4	0,433	0,124	0,373
		Σ	391	84	Ср. балл: 3,8	3,481	1,000	3,24

Примечание. \bar{t}_i – время выполнения задания i -м учащимся; t_i – время с учетом штрафных санкций за допущенные ошибки (за каждую ошибку 2 мин.); $\lambda_i = 1 - t_i / T$, $T = 60$ мин – временной регламент теста академической успешности; $p_i = \frac{\lambda_i}{\lambda}$ – индивидуальные нормированные вероятности выполнения теста, характеризующие интеллектуальный портрет данного обучаемого контингента посредством информационной энтропии $H(A) = -\sum p_i \log_2 p_i$. В этом случае измеренное значение $H(A) = 3,24$.

Таблица 4

Селекция ошибок: интеллектуальный портрет

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ошибки	Оценка	Студент
1					+						+	+	3	4	Екатерина М.
2				+	+	+	+				+		5	3	Илья О.
3				+		+	+						3	4	Олег М.
4					+						+		2	5	Илья К.
5					+	+					+	+	4	4	Сергей Р.
6	+			+	+			+			+		5	3	Марат М.
7					+			+			+		3	4	Максим Е.
8					+		+	+	+		+		5	3	Леонид Б.
9								+	+		+		3	4	Иван З.
10					+				+		+		3	4	Андрей К.
	1			3	8	3	3	4	3		9	2	36	3,8	

Примечание. Знаком «+» отмечены ошибочные ответы.

Процедура минимизации групповой энтропии при конфигурациях разбиения обучаемого контингента на коалиции реализуется с помощью компьютерной программы, поскольку даже для сравнительно небольшого количества студентов ($m=10$) число разбиений – $B_{10}=115975$. Поиск глобального минимума в этом случае составляет несколько минут и отвечает разбиению $A=\{2\} \cup \{1;3;\dots;10\}$, для которого групповая энтропия равна $H_{min}^0(p) =$

$= 0,16$. Однако при организации группового сотрудничества в процессе обучения такие конфигурации не представляют интереса с учетом коммуникативных ограничений (п.1.4). С учетом социометрических рекомендаций (см. табл. 2) анализ «интеллектуального портрета» (см. табл. 3, 4) показывает, что поиск минимума групповой энтропии достаточно провести среди трех вариантов разбиения, рассмотренных в п. 1.4.



Определим значения групповой энтропии по данным индивидуального тестирования (см. табл. 3). Для первого варианта процедура вычисления групповых вероятностей представлена (табл. 5) и дает $p_I = 0,344$, $p_{II} = 0,196$, $p_{III} = 0,459$, откуда значение групповой энтропии по первому варианту составит $H_1(p) = 1,505$.

Аналогично по второму варианту: $p_I = 0,306$, $p_{II} = 0,344$, $p_{III} = 0,349$, $H_{II}(p) = 1,58$; по третьему варианту: $p_I = 0,372$, $p_{II} = 0,306$, $p_{III} = 0,321$, $H_{III}(p) = 1,58$. Таким образом, $\min(H_I(p); H_{II}(p); H_{III}(p)) = H_I(p) = 1,505$ и оптимальным является разбиение по первому варианту: $A = \{1;6;7\} \cup \{2;3;8\} \cup \{4;5;9;10\}$.

Таблица 5

Процедура оптимизации разбиения: определение вероятностей p_j

Подгруппа	№	Состав подгрупп	t_i , мин	λ_i	p_i	$-p_i \log_2 p_i$	P_j
I	1	Екатерина М.	34	0,433	0,124	0,373	$P_I = 0,344$
	6	Марат М.	40	0,333	0,096	0,325	
	7	Максим Е.	34	0,433	0,124	0,373	
II	2	Илья О.	55	0,083	0,024	0,129	$P_{II} = 0,196$
	3	Олег М.	42	0,3	0,086	0,305	
	8	Леонид Б.	42	0,3	0,086	0,305	
III	4	Илья К.	36	0,4	0,115	0,359	$P_{III} = 0,459$
	5	Сергей Р.	40	0,333	0,096	0,325	
	9	Иван З.	34	0,433	0,124	0,373	
	10	Андрей К.	34	0,433	0,124	0,373	
Σ			391	3,481	1,0	3,24	1,0

Представлены результаты тестирования по первому варианту кластеризованного контин-

гента исследуемой группы при оптимальном варианте разбиения (табл. 6).

Таблица 6

Результаты тестирования при оптимальном разбиении группы на подгруппы: измерение энтропии $H(p)$

Подгруппа	Состав подгрупп	\bar{t}_i	t_j	Количество правильных ответов	Оценка	p_j	$-p_j \log_2 p_j$
		мин.					
I	{1;6;7}	16	18	11	5	0,344	0,529
II	{2;3;8}	18	22	10	5	0,196	0,461
III	{4;5;9;10}	11	15	10	5	0,459	0,515
Σ		55		31	Средний балл: 5	1,000	1,505

Анализ данных (см. табл. 3, 6) обнаруживает три важных обстоятельства, по сравнению с данными индивидуального тестирования:

время выполнения тестовых заданий t_j для кластеризованного контингента сокращается, как минимум, в 1,5 раза;

количество правильных ответов при выполнении тестовых заданий в малой группе составляет не менее 10 и в выбранной шкале соответствует оценке «5», что намного выше результатов индивидуального тестирования;

групповая энтропия $H(p) = 1,505$ более чем в два раза, ниже энтропии $H(A) = 3,24$ при индивидуальном выполнении заданий, т.е. при коалиционном принятии решения по ответам на тестовые задания за счет обсуждения происходит усиление восприятия учебного контента и, как следствие, его лучшее понимание и усвоение.

2.3. Контроль закрепления материала и качества знаний после реализации ИКТ группового сотрудничества. Данный элемент показывает эффективность реализации ИКТ



группового сотрудничества в учебном процессе и проводится в рамках индивидуального тестирования студентов, прошедших этап группового сотрудничества (п.2.2). На этапе закрепления сту-

дентам был предложен тест той же тематики, но с повышенным уровнем сложности (четвертый вариант), результаты выполнения представлены (табл. 7).

Таблица 7

Результаты индивидуального тестирования студентов на этапе закрепления материала: измерение энтропии $I'(A)$

№	Студент	\bar{t}'_i	t_i	Количество правильных ответов	Оценка	λ_i	p_i	$-p_i \log_2 p_i$
		мин						
1	Екатерина М.	24	32	8	4	0,467	0,099	0,33
2	Илья О.	32	40	8	4	0,333	0,071	0,27
3	Олег М.	26	32	9	4	0,467	0,099	0,33
4	Илья К.	24	30	9	4	0,5	0,106	0,343
5	Сергей Р.	25	27	11	5	0,55	0,116	0,36
6	Марат М.	24	24	12	5	0,6	0,127	0,378
7	Максим Е.	22	28	9	4	0,533	0,113	0,355
8	Леонид Б.	28	36	8	4	0,4	0,085	0,302
9	Иван З.	26	34	8	4	0,433	0,092	0,316
10	Андрей К.	26	34	8	4	0,433	0,092	0,316
		Σ	309	100	Средний балл: 4,2	4,716	1,000	3,137

Результаты (см. табл. 7) показывают, что в рамках данной ИКТ за счет эффективного управления оптимизацией группового сотрудничества в учебном процессе реализуется положительная динамика факторов академической успеваемости обучаемых студентов. Это показывает анализ общих показателей успеваемости исследованного контингента путем сравнения исходных результатов индивидуального тестирования (см. табл. 3) с данными на этапе закрепления материала (см. табл. 7):

общее время выполнения тестовых заданий Σt_j сократилось с 391 до 309 мин, т.е. на 26,5% ;

количество правильных ответов увеличилось с 84 до 100, т.е. на 19% ;

средний балл вырос с 3,8 до 4,2, т.е. на 10,5% ;

групповая энтропия $H(A)=3,24$ снизилась до значения $I'(A) = 3,137$, хотя этап закрепления связан с выполнением теста повышенной сложности, т.е. реализация технологии сотрудничества в целом приводит к снижению информационной энтропии в учебном процессе и дает лучшее понимание и усвоение изучаемого материала.

Помимо контрольного замера успеваемости (см. табл. 7) в рамках ИКТ группового сотруд-

ничества на этапе закрепления предусмотрен итоговый контроль социометрии обучаемого контингента, который призван выяснить, насколько изменяются компоненты отношения симпатий данного контингента после реализации совместной познавательной деятельности. Результаты такого измерения были сделаны [1] и показывают следующее: по сравнению с данными (см. табл. 1), в пятнадцати случаях произошло увеличение уровня симпатий, которое составило 17 единиц принятой шкалы; уменьшение уровня симпатий наблюдалось в четырех случаях и составило 4 единицы. Таким образом, общий уровень симпатий в данном контингенте увеличился на 13 и составил 186 единиц (увеличение на 7,5%). Можно сказать, что реализация совместной познавательной деятельности в рамках группового сотрудничества в процессе обучения дает увеличение уровня симпатий внутри обучаемого контингента.

2.5. Индивидуальные показатели хронометража и академической успешности после реализации ИКТ группового сотрудничества. Сравнительный анализ времени индивидуального выполнения тестовых заданий t_i до t'_i (см. табл. 3) и после t''_i (см. табл. 7) реализации ИКТ группового сотрудничества проведен (табл. 8).

Таблица 8

Сравнительный анализ хронометража выполнения тестовых заданий в процессе реализации ИКТ группового сотрудничества

№		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t'_i	мин	34	55	42	36	40	40	34	42	34	34
t''_i		32	40	32	30	27	24	28	36	34	34
t'_i/t''_i		1,06	1,38	1,31	1,2	1,48	1,67	1,21	1,17	1,0	1,0

Примечание. Нумерацию см. табл. 1, 3, 7.

Как видно (см. табл. 8), есть значительный разброс величины $t'_i/t''_i = 1 \div 1,48$, что неудивительно, поскольку данный параметр обусловлен индивидуальными характеристиками интеллекта, которые, как показывает опыт [11, 12], могут заметно отличаться. Однако в целом при реализации информационно-коммуникационной технологии наблюдается тенденция уменьшения времени t_p , поскольку высокий интеллект чаще является «быстрым» интеллектом. В этой связи анализ интегральной характеристики академической успеваемости исследуемого контингента (см. табл. 3, 7) показывает более спокойное поведение измеряемых оценочных величин. Фактически, реализация коллективно-распределенной учебной деятельности в рамках ИКТ дает повышение качества обучения, увеличивая средний балл примерно на 10,5%.

Заключение

В XXI в. ускоряется глобальный процесс информатизации общественных отношений, который в системе образования позволяет расширить возможности обучения и представляет один из приоритетов концепции модернизации российского образования. Однако определением в качестве приоритета широкой информатизации учебных процессов, по сути, ставятся определенные проблемы в области дидактики, связанные с созданием обновленной коммуникационной среды обучения, адаптированной для усвоения больших массивов знаний и формирования необходимых компетенций. Концепция количественной когнитологии реализует теоретический метод исследования дидактических процессов, проводимый в рамках аристотелевой категории морфизма. Наша конечная цель – построение современной теории обучения со своей аксиоматикой и логикой, способной реализовать управление дидактическими процессами в условиях глобальной информатизации.

Список литературы

1. Фирстов В. Е., Иванов Р. А. Социоинформационные аспекты кластеризации обучаемого контингента при организации и оптимизации группового сотрудничества в учебном процессе в школе и вузе. URL: <http://www.sgu.ru/node/20143> (дата обращения: 24.08.2013).
2. White H. C., Boorman S. A., Breiger R. L. Social structure from multiple networks, I : blockmodels of roles and positions // Amer. J. Sociol. 1976. Vol. 81. P. 730–780.
3. Карлин С. Математические методы в теории игр, программировании и экономике. М., 1964. 839 с.
4. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. М., 1961. 829 с.
5. Коджаспирова Г. М., Коджаспиров А. Ю. Словарь по педагогике (междисциплинарный). М. ; Ростов н/Д, 2005. 448 с.
6. Наследов А. Д. Математические методы психологического исследования. СПб., 2007. 392 с.
7. Фирстов В. Е. Кибернетическая концепция и математические модели управления дидактическими процессами при обучении математике в школе и вузе. Саратов, 2010. 511 с.
8. Фирстов В. Е. Количественные меры информации и оптимизация группового сотрудничества при обучении // Вестн. Саратов. гос. техн. ун-та. 2008. № 3(34), вып. 1. С. 105–109.
9. Фирстов В. Е. Информационная технология организации группового сотрудничества при обучении // Вестн. Саратов. гос. техн. ун-та. 2009. № 2(39), вып. 2. С. 101–103.
10. Фирстов В. Е. Практическое руководство по количественной когнитологии. Кластеризация обучаемого контингента и оптимизация группового сотрудничества в учебном процессе по критерию минимума информационной энтропии. Саратов, 2012. 195 с.
11. Гуревич К. М. Тесты интеллекта в психологии // Вопр. психологии. 1980. № 2. С. 53–64.
12. Glaser R. Education and thinking : The role of knowledge // Amer. Psychologist. 1984. Vol. 39, № 2. P. 93–104.



The Social-Metric and Informational Aspects of Clusterization of Trained Contingent at Organization and Optimization of Group Cooperation in Education Process in the School and IHE

V. E. Firstov

Saratov State University
83, Astrakhanskaya, Saratov, 410012, Russia
E-mail: firstov1951@gmail.com

The aim of this work is to define informational criteria of optimization of group cooperation in training process with the help of clusterization of training contingent. The finding management criteria of clusterization procedure is built on the principle of entropy minimization and is realized according to two informational channels. Firstly, on the results of the subject testing of the training contingent. Secondly, on the sociometrical data with the help of measurement of matrix's sympathy of the training contingent. It is shown, that in double management, the analysis of coziametria provides the wideness of possibilities for optimization of group cooperation and effective realization of didactic principles in the training process at schools as well as in the institutions. It proves the index of academic success of the training contingent.

Key words: social-metric matrix's sympathy, clusterization, informational entropy, group cooperation, education process, optimization, informational communicational technology, trained contingent.

References

1. Firstov V. E., Ivanov R. A. *Sotsioinformatsionnyye aspekty klasterizatsii obuchayemogo kontingenta pri organizatsii i optimizatsii gruppovogo sotrudnichestva v uchebnom protsesse v shkole i vuze* (The social-informational aspects of the clusterizations of the trained contingent at organization and optimization of the group cooperation in education process in the school and IHE). Available at: <http://www.sgu.ru/node/20143> (accessed 24 August 2013).
2. White H. C., Boorman S. A., Breiger R. L. Social structure from multiple networks. I: blockmodels of roles and positions. *Amer. J. Sociol.*, 1976, vol. 81, pp. 730–780.
3. Karlin S. *Matematicheskiye metody v teorii igr, programirovaniy i ekonomike* (Mathematical methods in games, programming and economics). Moscow, 1964. 839 p.
4. Shannon K. *Raboty po teorii informatsii i kibernetike* (The works on information theory and cybernetics). Moscow, 1963. 829 p.
5. Kodzhaspirova G. M., Kodzhaspirov A. Yu. *Slovar po pedagogike (mezhdistsiplinarnyy)* (Text-book on pedagogics {interdiscip.}). Moscow; Rostov-on-Don, 2005. 448 p.
6. Nasledov A. D. *Matematicheskiye metody psikhologicheskogo issledovaniya* (Mathematical methods of the psychological investigation). St.-Petersburg, 2007. 392 p.
7. Firstov V. E. *Kiberneticheskaya kontseptsiya i matematicheskiye modeli upravleniya didakticheskimi protsesami pri obuchenii matematike v shkole i vuze* (The cybernetical conception and mathematical models of the didaktikos processes control at mathematical learning in the school and IHE). Saratov, 2010. 511 p.
8. Firstov V. E. Kolichestvennyye mery informatsii i optimizatsiya gruppovogo sotrudnichestva pri obuchenii (Informational conception of optimization of group cooperation in teaching). *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta*, 2008, no. 3(34), pp. 105–109.
9. Firstov V. E. Informatsionnaya tekhnologiya organizatsii gruppovogo sotrudnichestva pri obuchenii (Informational technology of optimization of group cooperation in teaching). *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta*, 2009, no. 2(39), pp. 101–103.
10. Firstov V. E. *Prakticheskoye rukovodstvo po kvantitativnoy kognitologii. Klasterizatsiya obuchayemogo kontingenta i optimizatsiya gruppovogo sotrudnichestva v uchebnom protsesse po kriteriyu minimuma informatsionnoy entropii. Chast I* (The practical text book on the quantitative cognitology. Clusterization of the trained contingent and optimization of the group cooperation in education process on minimum criterion of the informational entropy). Saratov, 2012. 195 p.
11. Gurevich K. M. Testy intellekta v psikhologii (Intellekt-test in psychology). *Voprosy psichologii* (Voprosy psichologii), 1980, no. 2, pp. 53–64.
12. Glaser R. Education and thinking: The role of knowledge. *Amer. Psychologist*, 1984, vol. 39, no. 2, pp. 93–104.