

## ОПЫТ ИЗМЕРЕНИЯ КАЧЕСТВА БАЗОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО ИНФОРМАТИКЕ В КЛАССАХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

*М. В. Мащенко*

Нижегородский государственный педагогический институт

Рассматриваются основные подходы к измерению качества освоения обязательного минимума содержания образования по информатике в педагогическом эксперименте.

В педагогическом эксперименте отработывалась методика экономического профилирования 136-часового базового курса информатики в целях

– повышения качества в освоении обязательного минимума содержания базового образования по информатике [1; 2];

– приобретения компетенций [3], связанных с информационными подходами и технологиями, пониманием их возможностей и целесообразных приложений, особенно в области экономики.

Педагогический эксперимент по экономическому профилированию двухлетнего базового предмета информатики в виде разработанного курса «Экономическая информатика» проводился с 10-м и 11-м экономическими классами МОУ № 44 г. Нижнего Тагила в 1999–2002 гг.

До начала эксперимента экономические классы не имели компьютерной подготовки. Параллельно с экспериментальным курсом информатики продолжалось изучение экономических дисциплин и практика по предпринимательской деятельности в школьной торгово-производственной компании.

Вслед за М. Решленом [4] под измерением результатов понимается присвоение им свойств (атрибутов) в виде порядковых величин эксплицитного характера в соответствии с определенными правилами. Обработка и интерпретация результатов измерений состоит в переходе к связанным с ними промежуточным величинам, которые допускают количественное выражение экспериментальных фактов с оценкой вероятностей и взаимозависимостей.

Таковыми показателями качества обучения, которые определяются непосредственно измерявшимися эксплицитными результатами, являлись

– соответствие обязательному минимуму содержания образования по информатике, т. е. объем освоения необходимых знаний, умений и навыков;

– достижение продуктивного уровня обученности.

Качество освоения обязательного минимума содержания образования по информатике определялось по выполнению самостоятельных упражнений на уроках и контрольных работ (по каждой теме и итоговой). Оценки ставились по принятой в школе пятибалльной системе, причем за контрольные работы – независимо тремя проверяющими.

Основная проблема заключается в том, что непосредственно ни сами оценки, ни их обобщения типа среднего балла в общем случае не годятся для анализа качества освоения базового курса.

В педагогической литературе [5, 6], а также нами [7–10] обращалось внимание на то, что числовое кодирование оценок («2», «3», «4», «5») не изменяет их сути как индексов определенных директивных требований. Их нумерация, конечно, связана с объемом оцениваемых знаний и достижением продуктивного уровня обученности, но не всегда пропорциональна им. С кодовыми числами-индексами оценок, или рангами, допустимы операции упорядочения, задаваемые отношениями «больше» или «меньше». Формально доступные и широко распространенные вычисления среднего балла некорректны. Это достаточно очевидно из аналогии с нумерацией глав и страниц в книге, где середина текста не обязательно находится в главе со «средним» номером.

Самостоятельные упражнения и контрольные работы содержательно валидны, т. е. охватывают все обязательные требования к знаниям, умениям и навыкам учащихся. При этом около 30 % заданий предполагают продуктивный уровень усвоения материала.

В качестве нижней границы успешности выполнения самостоятельных упражнений и контрольных работ за оценку «3», принималось 70 % правильных решений и ответов преимущественно репродуктивного характера из общего количества вопросов и примеров в задании. Психологические исследования [5] показывают, что усвоение 70 % общего объема знаний, умений и навыков на репродуктивном уровне обеспечивает их дальнейшее изучение.

Оценка «4» предполагала, кроме того, правильное выполнение не менее половины остающихся 30 % заданий, рассчитанных уже на продуктивный уровень владения материалом. Следовательно, для оценки «4» нижняя граница усвоения общего объема знаний, умений и навыков на репродуктивно-продуктивном уровне равна 85 % и отвечает примерно половине необходимой продуктивной обученности. Оценка «5» соответствует 100 % усвоения общего объема знаний, умений и навыков, из которых 30 % предполагают владение ими на продуктивном уровне (100 % необходимой продуктивной обученности).

При указанных условиях оценивания баллы, очевидно, отвечают следующим основным показателям качества обучения

Оценки по 5-балльной системе		3	4	5	
Показатели	Объем знаний, умений и навыков $v$ , %	Нижняя грань	70	85	100
		Верхняя грань	85	100	
		Средний объем	77,5	92,5	
Достижение продуктивного уровня обученности $u$ , %		Нижняя грань	0	50	100
		Верхняя грань	50	100	
		Средний уровень	25	75	

По  $n$  работам с числом отличных  $n_5$ , хороших  $n_4$  и удовлетворительных  $n_3$  средний объем усвоения знаний, умений и навыков определяется как

$$v = \frac{77.5 \cdot n_3 + 92.5 \cdot n_4 + 100 \cdot n_5}{n}, \quad (1)$$

а среднее достижение продуктивного уровня обученности – по формуле:

$$u = \frac{25 \cdot n_3 + 75 \cdot n_4 + 100 \cdot n_5}{n}. \quad (2)$$

При проверке  $k$  тем со временем изучения  $t_1, t_2, \dots, t_i, \dots, t_k$  средние объемы усвоения знаний, умений, навыков и достижения продуктивного уровня обученности рассчитываются как средневзвешенные по времени из значений  $v$  (1) и  $u$  (2) по каждой теме.

Показатели качества (1) и (2) определяются по балльным оценкам, которые ведут себя как случайные величины вследствие колебаний

– уровня обучения (создания интереса к теме, полноты и доходчивости объяснений, наглядности примеров и т. п.);

– степени усвоения темы учащимся (на уроке, подготовкой по ней, пропуском занятия или, наоборот, освоением дополнительных сведений и т. п.);

– условий выполнения (самочувствия учащегося, пониманием задания, использования шпаргалок, подсказок и т. п.);

– методики оценивания (тщательности и объективности проверки; количества проверяющих, их настроения, пропуска ошибок, неоднозначности оценивания, предвзятости и т. п.).

Следовательно, оценка качества работы как суперпозиция множества случайно проявляющихся слабосвязанных событий причин и условий, может рассматриваться как случайная величина с некоторым стандартом  $\delta$ .

Дисперсия оценки  $\delta^2$  складывается из составляющих дисперсий: качества выполнения работы  $\delta_r^2$  и ее оценивания  $\delta_p^2$ :

$$\delta^2 = \delta_r^2 + \delta_p^2. \quad (3)$$

О сумме (3) и ее компонентах можно судить по среднеквадратичным расхождениям оценок работ:  $d_p$  – одного ученика разными проверяющими и  $d_r$  – по одной теме у одного ученика одним учителем.

Дисперсия расхождений оценок при повторной проверке работы и одинаковой дисперсии оценивания находится как

$$d_p^2 = \delta_p^2 + \delta_p^2 = 2\delta_p^2. \quad (4)$$

Дисперсия расхождений оценок разных работ ученика по одной теме при проверке одним учителем складывается из предполагаемых одинаковыми дисперсий качества выполнения работ:

$$d_r^2 = \delta_r^2 + \delta_r^2 = 2\delta_r^2. \quad (5)$$

Максимальное расхождение  $d_p$  достигает двух баллов, но встречается крайне редко – приблизительно с вероятностью утроенного стандарта:  $3d_p=2$ .

С учетом соотношения (4):

$$\delta_p = \pm \frac{d_p}{\sqrt{2}} = \pm 0,47. \quad (6)$$

Максимальное расхождение  $d_r$  достигает трех баллов, встречаясь также крайне редко (приблизительно с вероятностью утроенного стандарта):

$$\delta_r = \pm \frac{d_r}{\sqrt{2}} = \pm 0,71. \quad (7)$$

Вычисление дисперсии оценки качества (3) с учетом значений (6) и (7) дает  $\delta^2 \approx 1.18$ , стандарта  $\delta \approx \pm 1.09$ .

При оценивании работ тремя проверяющими дисперсия оценивания  $\delta_p^2$  уменьшается, как для средней оценки из трех, но приобретает погрешность округления до целых баллов. Погрешность округления подчиняется равномерному распределению в диапазоне от 0 до  $\pm 0,5$  балла с математическим ожиданием, равным среднеквадратичной величине округления  $\delta_o = \pm 0,25$ .

С учетом этого среднеквадратичная погрешность оценивания тремя проверяющими с выводом средней оценки из трех рассчитывается как

$$\delta_{3p} = \pm \sqrt{\frac{\delta_p^2}{3} + \delta_o^2} = \pm 0,37. \quad (8)$$

Среднее корректно для однородной совокупности оценок, исходя из  $\gamma$ -распределения относительного (нормированного по стандарту  $\delta_p = \pm 0,47$ ) отклонения сомнительной оценки  $x_1$  от среднего  $\bar{x}$  из  $m=3$  значений:

$$r_1 = \frac{|x_1 - \bar{x}|}{\delta_p \sqrt{\frac{m}{m-1}}}$$

Допустимыми полагались  $r_1 \leq 1,412$ , для которых по таблице вероятностей  $\gamma$ -распределения с числом степеней свободы 1 при  $m = 3$  значимость ошибки отклонения гипотезы не превышала 5%. Определение «высока» не всегда однозначно (так, из оценок 2, 3, 4 к нему относится 2 или 4):

Ближние оценки		Недопустимая третья оценка
Первая	Вторая	
5	5	3
5	4	3
4	4	2
4	3	2
3	3	5 и 1

Недопустимый разброс устранялся повторным оцениванием работы.

Вычисление дисперсии оценки качества (3) при трех проверяющих с учетом значений (8) и (7) дает  $\delta^2 \approx 0.64$ , стандарта  $\delta \approx \pm 0.8$ .

Расчеты среднеквадратичных отклонений оценок работ (около  $\pm 1$  балла) согласуются с часто встречающейся школьной практикой.

Среднеквадратичные погрешности показателей качества (в %), как функций балльных оценок (1) и (2), определяются при  $n = 25$  и трех проверяющих по формулам:

$$\delta_v = \pm \frac{\delta}{n} \sqrt{77,5^2 + 92,5^2 + 100^2} \approx \pm 6,27\delta = 5,02; \quad (9)$$

$$\delta_u = \pm \frac{\delta}{n} \sqrt{25^2 + 75^2 + 100^2} \approx \pm 5,1\delta = 4,08. \quad (10)$$

Результаты обработки контрольных работ (практических и теоретических) иллюстрируются двумя примерами в таблицах.

**Тема «Информация и информационные процессы» (10 часов)**

Проверяемая область	Количество работ с оценками					v %	$\pm\delta_v$ %	u %	$\pm\delta_u$ %
	n <sub>5</sub>	n <sub>4</sub>	n <sub>3</sub>	n <sub>2</sub>	Всего				
Теория	10	11	4	0	25	93	5,02	77	4,08
Практика	11	9	5	0	25	93	5,02	76	4,08

**Тема «Компьютер» (13 часов)**

Проверяемая область	Количество работ с оценками					v %	$\pm\delta_v$ %	u %	$\pm\delta_u$ %
	n <sub>5</sub>	n <sub>4</sub>	n <sub>3</sub>	n <sub>2</sub>	Всего				
Теория	9	11	5	0	25	92,2	5,02	74	4,08
Практика	9	10	5	1	25	88,5	5,02	71	4,08

Среднее качество усвоения материала по обеим темам с учетом их объемов (учебного времени) определяется расчетами:

$$\text{по теории } v_{cp} = \frac{(93 \cdot 10 + 92,2 \cdot 13)}{23} = 92,55 \pm 4,77 \%;$$

$$\text{по практике } v_{cp} = \frac{(93 \cdot 10 + 88,5 \cdot 13)}{23} = 90,46 \pm 4,77 \%.$$

Аналогично находится средний продуктивный уровень обученности:

$$\text{по теории } u_{cp} = \frac{(77 \cdot 10 + 74 \cdot 13)}{23} = 75,3 \pm 3,88 \%;$$

$$\text{по практике } u_{cp} = \frac{(76 \cdot 10 + 71 \cdot 13)}{23} = 73,17 \pm 3,88 \%.$$

Таким образом, рассмотренная методика измерений качества в освоении обязательного минимума содержания образования по информатике позволяет по результатам принятого в школе контроля с пятибалльной системой оценок корректно и объективно определить:

– объем и усвоенных знаний, умений и навыков со среднеквадратичной погрешностью измерения;

– достижение продуктивного уровня обученности и среднеквадратичную погрешность его измерения.

Рассмотренная методика измерений результативности эксперимента может быть использована для оценки качества изучения и других предметов.

#### Литература

1. Программно-методические материалы: Информатика. 7–11 кл / Сост. Л. Е. Самовольнова. М. Дрофа, 2001.
2. Оценка качества подготовки выпускников средней (полной) школы по информатике / А. А. Кузнецов, Л. Е. Самовольнова, Н. Д. Угринович. М. Дрофа, 2001.
3. Шишов С. Е., Кальней В. А. Мониторинг качества образования в школе. М.: Педагогическое общество России, 1999.
4. Фресс П. и Пиаже Ж. Экспериментальная психология. Вып. I и II. М.: Изд. «Прогресс», 1966. (гл. IV. М. Решлен. Измерение в психологии. С. 195–238).
5. Битинас Б. Многомерный анализ в педагогике и педагогической психологии. Вильнюс, 1971.
6. Фридман Л. М. О корректном применении статистических методов в психолого-педагогических исследованиях / Советская педагогика. 1971. № 3.
7. Каплан В. Е., Каплан М. В. К математическому и программному обеспечению мониторинга успеваемости: Материалы X Международной конференции «Применение новых технологий в образовании». 1–4 июля 1999 г. Троицк, 1999.
8. Каплан В. Е., Каплан М. В. К основам статистической обработки успеваемости в системе мониторинга качества образования / Стандарты и мониторинг в образовании. 1999. № 5, С. 32–39.
9. Каплан В. Е., Каплан М. В. Может ли отличник получать «двойки»? (к теории статистики качества образования) / Школьные технологии 1999. С.16–20.
10. Каплан М. В. Компьютерная интерпретация текущей успеваемости как информативности оцениваемых знаний: Сб. трудов IX международной конференции-выставки «Информационные технологии в образовании» 9–12 ноября 1999 г. Часть III. Москва: МИФИ, 1999. С. 139–141.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СТАТИСТИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

*М. В. Мащенко*

Нижнетагильский государственный педагогический институт

Построена математическая модель статистического распределения случайных величин, являющихся оценками качества усвоения учебного материала по результатам срезов (самостоятельных и контрольных работ, тестирования и т. п.).

В [1] показано, что обычно используемые школьные оценки («5», «4», «3», «2») являются случайными ранговыми величинами, которые, однако, можно использовать для количественной характеристики объема знаний,