

Майер Роберт Валерьевич,

д-р пед. наук, профессор кафедры ФДФ,

ФГБОУ ВО «Глазовский государственный педагогический институт»,

г. Глазов, Удмуртская Республика, Россия

ОЦЕНКА СЛОЖНОСТИ УЧЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО МАТЕМАТИКЕ В 5-11 КЛАССАХ

Предложен метод оценки сложности теоретических утверждений, изучаемых на уроках математики в 5 – 11 классах. Установлено, что коэффициент свертывания теоретической информации по математике повышается в 4-5 раз.

Ключевые слова: алгебра, дидактика, свернутость, учебник, ученик.

Robert V. Mayer,

Doctor of Pedagogical Sciences,

Professor of Physics and Physics Didactics Chair,

FSBEI of HE “The Glazov Korolenko State Pedagogical Institute”

Glazov, Udmurt Republic, Russia

THE COMPLEXITY ESTIMATION OF THE EDUCATIONAL INFORMATION ON MATHEMATICS AT 5-11TH CLASSES

The method of the complexity estimation of the theoretical statements studied at the mathematics lessons in 5 – 11 classes is offered. It is revealed, that the folding coefficient of the theoretical information on mathematics increases by 4 – 5 times.

Key words: algebra, didactics, folding, textbook, pupil.

Рассмотрим проблему оценки сложности изучения математической теории в 5-11 классах общеобразовательной школы путем определения коэффициента свернутости (КС) теоретического материала в соответствующих учебниках математики. Учебный текст характеризуется:

- 1) объемом V (количество значимых слов);
- 2) сложностью S , которая зависит от степени свернутости знаний (КС).

При свертывании учебной информации происходит повышению ее плотности и сложности, усвоение терминов с высокой информационной емкостью, формирование навыка выполнения сложных операций. Учебники математики содержат теоретическую (определения, теоремы и т.д.) и практическую компоненты (примеры и задачи). Теоретический материал состоит из текста и формул, поэтому для оценки КС информации будем учитывать текстовую и формульную составляющие учебного материала.

Приведенным информационным объемом W текста T относительно знаний Z_0 будем называть количество значимых слов, содержащихся в тексте T и в определениях всех используемых терминов, которые необходимо произнести, чтобы объяснить текст T ученику с уровнем знаний Z_0 . Пусть уровень Z_0 соответствует выпускнику 4 класса, который умеет считать, владеет арифметическими операциями с натуральными числами, обыкновенными и десятичными дробями и т.д. Для оценки КС для текстовой составляющей учебников математики за 5-6 классы и алгебры за 7-11 классы использовалась следующая методика. Для каждого класса делают выборку из 15-30 важных утверждений, характерных для данного года обучения, объемом 150-250 слов. Путем подсчета количества значимых слов определяют объем текстовой выборки V . Составляют список математических терминов, присутствующих во всех выборках («множество», «логарифм», «производная» и т.д.); их количество обозначим через N . Определяют сложность используемых математических терминов s_i , $i = 1, 2, \dots, N$. С помощью специальной компьютерной программы анализируют текстовые выборки и подсчитывают количество n_i упоминаний каждого термина. Вычисляют приведенный информационный объем W выборки по формуле: $W = V + n_1s_1 + n_2s_2 + \dots + n_Ns_N$. Вычисляют коэффициент свернутости информации $K_T = W/V$.

Чтобы оценить КС для формульной составляющей учебного материала, следует выписать 15-20 формул, характерных для данного года обучения, и создать текстовый файл, в котором каждая формула заменена предложением. Получившийся файл анализируют специальной компьютерной программой, определяющей ее объем V_{Φ} , суммирующей произведения сложности терминов s_i на число вхождений n_i каждого термина, и вычисляющей W_{Φ} . КС для формульной информации $K_{\Phi} = W_{\Phi} / V_{\Phi}$. Будем считать, что:

- 1) слово, не являющееся математическим термином, имеет сложность $s_i = 1$;
- 2) термины «число», «постоянная», «равно», «больше», «меньше» имеют сложность $s_i = 2$;
- 3) термины «сложение», «вычитание» – сложность $s_i = 3$;
- 4) «умножение», «деление» – сложность $s_i = 5$.

Для оценки сложности ключевых понятий с высокой степенью абстрактности («функция», «логарифм», «первообразная») определялся их приведенный информационный объем W и вычислялся КС. Сложность остальных терминов определялась «методом карточек». Эксперт раскладывал карточки с напечатанными на них терминами на заранее заготовленной шкале сложности, на которой уже были размещены оцененные ранее понятия. При этом он сопоставлял различные термины друг с другом, и оценивал их сложность, исходя из трудоемкости их объяснения и количества слов в определении.

Рассмотрим утверждение «Логарифм степени равен произведению показателя степени на логарифм ее основания» (рис. 1). Его объем $V = 8$. Выпишем все определения используемых терминов; общее число слов $W = 66$. Коэффициент свернутости информации $K = W / V = 8,3$.

Результаты анализа учебников представлены в таблице (рис. 2); она состоит из столбцов: 1) номер класса (5 – 11); 2) объем анализируемой текстовой выборки V_T в значимых словах; 3) суммарная сложность S_T всех математических терминов (одиночных и двойных) в текстовой выборке; 4) общее количество математических терминов в текстовой выборке N_T ; 5) коэффициент свернутости для текста K_T ; 6) объем анализируемой выборки формул V_Φ в словах; 7) суммарная сложность математических терминов S_Φ в выборке формул; 8) коэффициент свернутости для формул K_Φ ; 9) среднее значение коэффициента свернутости $K_{CP} = (K_T + K_\Phi)/2$.

| | |
|---------------------------|---|
| Логарифм | Логарифм числа b по основанию a – показатель степени, в которую надо возвести a , чтобы получить число b . |
| степени | Степень a^n – произведение n одинаковых сомножителей равных a . Число n – показатель, число a – основание. Степень числа a рациональным показателем m/n равна корню n -ой степени из произведения m одинаковых сомножителей, равных a . |
| равен | Сложность термина $s=2$. |
| произведению | Произведение $a \cdot b$ – сумма b одинаковых слагаемых равных a . |
| показателя степени | Степень a^n – произведение n одинаковых сомножителей равных a . Число n – показатель, число a – основание. |
| на логарифм | Логарифм числа b по основанию a – показатель степени, в которую надо возвести a , чтобы получить число b . |
| ее основания. | Понятие “основание степени” определено выше. |

Рисунок 1 – К определению сложности теоретического утверждения.

| класс | ТЕКСТОВАЯ ВЫБОРКА | | | | ФОРМУЛЬНАЯ ВЫБОРКА | | | K_{CP} |
|----------|-------------------|-------|-------|-------|--------------------|----------|----------|----------|
| | V_T | S_T | N_T | K_T | V_Φ | S_Φ | K_Φ | |
| 5 класс | 172 | 256 | 89 | 1,97 | 89 | 274 | 3,08 | 2,5 |
| 6 класс | 180 | 304 | 118 | 2,03 | 117 | 440 | 3,76 | 2,9 |
| 7 класс | 210 | 367 | 131 | 2,12 | 123 | 405 | 3,29 | 2,7 |
| 8 класс | 229 | 466 | 138 | 2,43 | 102 | 417 | 4,09 | 3,3 |
| 9 класс | 251 | 777 | 145 | 3,52 | 242 | 1046 | 4,32 | 3,9 |
| 10 класс | 238 | 1459 | 150 | 6,50 | 194 | 1929 | 9,94 | 8,2 |
| 11 класс | 199 | 2185 | 139 | 11,28 | 223 | 2544 | 11,41 | 11,3 |

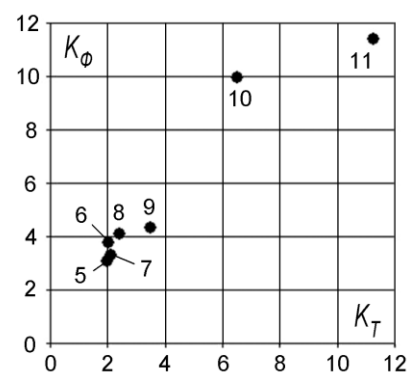


Рисунок 2 – Результаты оценки сложности курса математики за 5-11 классы

Коэффициент корреляции между K_T и K_Φ , равен 0,96; если на координатной плоскости, образованной осями K_T и K_Φ поставить 7 точек, соответствующих 5, 6, ..., 11 классам, то они лягут рядом с возрастающей прямой. Дело в том, что текстовые и формульные выборки за один и тот же класс содержат одинаковые понятия. Из результатов следует, что:

1) КС учебной информации при обучении школьника в 5-9 кл. повышается от 2,5 до 3,9;

2) в 10 и 11 классах КС составляет 8,2 и 11,3.

Это связано с тем, что после 9 класса происходят качественные изменения в преподавании математики; в 10 и 11 классах изучается материал с высокой степенью абстрактности и большой плотностью информации. За время обучения в 5-11 кл. КС возрастает примерно в 4-5 раз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Майер Р. В. *Контент-анализ школьных учебников по естественно-научным дисциплинам: монография.* – Глазов: Глазов. гос. пед. ин-т, 2016. – 137 с.
2. Мамчур Е.А., Овчинников Н.Ф., Уемов А.И. *Принцип простоты и меры сложности.* – М.: Наука, 1989. 304 с.