анализе и последующей обработке данных и непосредственно в учебном процессе.

1. Law N. A Global Framework of Reference on Digital Literacy Skills for Indicator. Montreal : UNESCO Institute for Statistics, 2018. 146 c.

2. О проекте // Современная цифровая образовательная среда в РФ. 2020. URL: http://neorusedu.ru/about (дата обращения: 19.04.2020).

3. Навстречу переменам: семь задач цифровизации российского образования // РБК Тренды. URL: https://www.rbc.ru/trends/education/5d9ccba49a7947d5591e93ee (дата обращения: 10.04.2020).

4. Булгакова Н. Меняйся или уходи. Цифровое образование бросает вызов преподавателям вуза // Электронная газета «Поиск». 2018. № 1–2. URL: https://poisknews.ru/magazine/31969 (дата обращения: 19.04.2020).

5. Martin A. DigEuLit: Concepts and Tools for Digital Literacy Development // Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences. 2006. № 5 (4). С. 249–267.

6. Media and information literacy: curriculum for teachers / C. Wilson [et al.]. Paris : UNESCO, 2011. 192 c.

7. Ершов А. П. Информатизация: от компьютерной грамотности учащихся к информационной культуре общества // Коммунист. 1988. № 2. С. 82–92.

8. Ottestad G., Kelentrić M., Guðmundsdóttir G. B. Professional Digital Competence in Teacher Education // Nordic Journal of Digital Literacy. 2014. № 9 (4). С. 243–249.

9. Bridging The Digital Divide: Measuring Digital Literacy / K. Chetty [et al.] // Economics E-Journal. 2017. № 69. С. 1–17.

10. Аймалетдинов Т. А. Цифровая грамотность российских педагогов. Готовность к использованию цифровых технологий в учебном процессе // Аналитический центр НАФИ. М. : Издательство НАФИ, 2019. 84 с.

11. RUDN University Developed Digital Literacy Course for Teachers of Russian Schools Abroad // Russkiy Mir Portal. 2019. URL: https://russkiymir.ru/en/news/263385/ (дата обращения: 19.04.2020).

© Конкин А. А., 2020

УДК 37.02
Науч. спец. 13.00.01
DOI: 10.36809/2309-9380-2020-28-122-126

Р. В. Майер
R. V. Mayer

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНИВАНИЯ КОГНИТИВНОЙ СЛОЖНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ

Статья посвящена разработке метода оценки когнитивной сложности математических понятий путем суммирования сложностей терминов, входящих в их определения. Мерой сложности понятия стало количество слов, которое необходимо произнести, чтобы дать определение понятию, используя термины, входящие в тезаурус пятиклассника. За условную единицу информации принято количество информации, содержащейся в обычном слове. Для оцениваемых понятий составлялись уравнения сложности. В результате анализа определений оценена сложность математических понятий и установлено, что она изменяется от 1–3 (сложить, умножить) до 100–200 (градиент, дивергенция, ротор). Полученная база сравнения может быть использована для оценки сложности других математических терминов.

Ключевые слова: информативность, математика, понятия, свертывание информации, сложность, термины, текст.

SOME ASPECTS OF EVALUATING COGNITIVE COMPLEXITY OF MATHEMATICAL CONCEPTS

The article is devoted to the development of a method for assessing the cognitive complexity of mathematical concepts by summing the complexities of the terms included in their definitions. A measure of the concept complexity is the number of words that need to be pronounced to define a concept using terms included in a fifth-grader's thesaurus. The amount of information contained in an ordinary word is taken as a conventional unit of information. Difficulty equations were compiled for the evaluated concepts. As a result of the analysis of definitions, the complexity of mathematical concepts was estimated and it was found that it varies from 1–3 (add, multiply) to 100–200 (gradient, divergence, rotor). The resulting comparison base can be used to assess the complexity of other mathematical terms.

Keywords: informativeness, mathematics, concepts, information folding, complexity, terms, text.

Разработка методов оценивания дидактической сложности (ДС) учебных текстов — важная проблема дидактики. Чем выше сложность элемента учебного материала (ЭУМ), тем больше усилий должен затратить ученик на его изучение. Ее решение позволит расположить тексты в порядке возрастания сложности и тем самым оптимизировать учебный процесс, обеспечив соответствие ДС учебного материала уровню подготовки обучаемых. Многие тексты содержат математические высказывания, поэтому оценка их ДС остается актуальной.

Цель статьи: 1) выработать общий подход к оценке дидактической сложности математических понятий и высказываний, основанный на анализе их определений; 2) оценить сложность наиболее часто встречающихся понятий и создать базу сравнения для оценки других математических понятий. Она перекликается с проблемами определения когнитивной сложности различных объектов, использования математических методов в гуманитарных исследованиях, измерения информативности и сложности учебных текстов, и является развитием идей, рассмотренных автором в монографиях Р. В. Майера [1; 2]. Методологической основой исследования стали работы таких ученых, как Б. М. Величковский [3], С. А. Кудж и В. Я. Цветков [4] (когнитивная сложность); Т. В. Батура [5], О. В. Зеркаль (автоматическая обработка текстов); Д. П. Клейносов [6], Е. А. Мамчур, Н. Ф. Овчинников и А. И. Уемов [7] (сложность систем); А. П. Карпенко и Н. К. Соколов [8], Б. Давис и Д. Сумара [9] (сложность дидактических систем), А. И. Субетто [10] (квалиметрия).

В настоящее время отсутствует единый подход к оценке дидактической сложности учебных текстов (УТ), зависящей от средней длины слова, средней длины предложения, а также когнитивной сложности составляющих текст понятий, формул, рисунков и т. д. Эта проблема связана с определением когнитивной сложности дидактических объектов, которая пропорциональна длине его максимально краткого и в то же время полного описания [1]. Дидактическая сложность (ДС) понятия — его объективная характеристика, от которой зависит трудность его усвоения и использования школьником или студентом. Семантический подход предполагает выделение в тексте или объяснении учителя элементарных смысловых единиц (слов, простых утверждений) и вычисление суммы их сложностей [2]. Когнитивная сложность математических высказываний зависит от сложности, количества и разнообразия составляющих его понятий и связей между ними, поэтому для ее оценки необходимо оценить сложность математических понятий.

А. И. Субетто в своей монографии, посвященной методам квалиметрии, предложил унифицированную модель оценивания качества, включающую «субъект оценки (оценивания), объект оценки (оценивания), логику (оператор, алгоритм) оценки, базу оценки» [10]. В нашем случае субъект оценивания — эксперт, объект — тексты, высказывания и понятия, база оценки — основание, по которому производится оценка, например система значений показателей оцениваемого качества у прототипов-аналогов, принятых за базу сравнения.

Любой текст, предложение, математическое высказывание представимы в виде семантической сети. В статье А. П. Карпенко и Н. К. Соколова [8] рассматриваются различные меры когнитивной сложности семантических сетей: 1) сложность, по А. Н. Колмогорову, характеризуемая размером соответствующего файла, сжатого с помощью современных алгоритмов; 2) сложность, пропорциональная «высоте» понятия: рассматриваемая предметная область представляется с помощью орграфа без контуров, имеющего ярусно-параллельную форму, так как усвоение понятия П требует усвоения более простых понятий на низких уровнях; номер яруса, на котором находится понятие П, характеризует его сложность; 3) сложность характеризуется количеством понятий, информационно связанных с понятием П.

Когнитивная сложность дидактического объекта показывает трудность его усвоения учеником, сложность его отражения в сознании человека. Понимание текста сильно зависит от понимания составляющих его научных терминов и обычных слов. В монографии Р. В. Майера [2] показано, что дидактическая сложность УТ определяется: 1) структурной сложностью, зависящей от средних длин слов и предложений, наличия рисунков и т. д.; 2) терминологической сложностью текста, зависящей от разнообразия и абстрактности используемых научных понятий и показывающей сложность качественных описаний и объяснений; 3) математической сложностью, зависящей от сложности используемых формул, абстракций и разнообразия математических моделей.

При этом можно выделить две принципиально различные ситуации:

1. **Текст — мягкая система**, состоящая из качественных рассуждений: для его понимания не обязательно хорошо разбираться в значении того или иного термина, достаточно иметь интуитивные представления о нем. Чтобы понять несложные качественные рассуждения о Вселенной (атоме, биологической клетке, металлах и т. д.), нет необходимости знать строгие определения обсуждаемых объектов, достаточно приблизительно представлять, что Вселенная — это весь окружающий мир, включающий в себя галактики, звезды, планеты и т. д. Ученик 3-го класса всё равно поймет утверждение «Ученые давно задумывались о строении Вселенной», являющееся мягкой системой. Эта ситуация аналогична случаю, показанному на рисунке 1, когда легко деформируемые шарики и столбики (понятия) упаковывают в некоторую форму (предложение или текст).

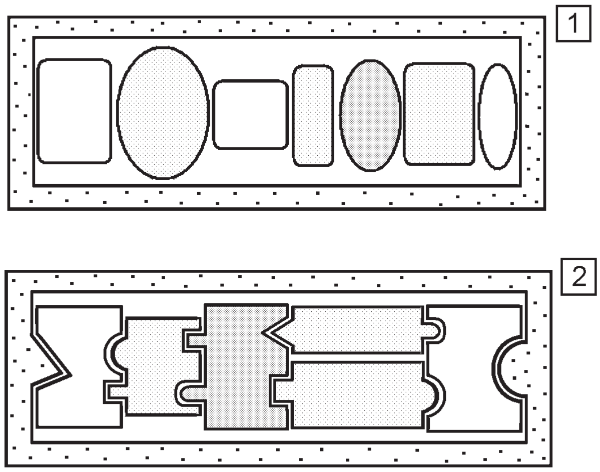

Рис. 1. Мягкие и жесткие рассуждения (метафора)

2. **Текст — жесткая система**, насыщенная логическими рассуждениями и математическими высказываниями, из которой нельзя выкинуть ни одного слова (символа) без искажения смысла. Для его понимания необходимо знать строгие определения терминов и формулировки законов, а также уметь осуществлять математические операции. В рамках нашей метафоры понимание соответствующего утверждения (например, $p = rgh,\ \overset{\rho}{E} = -grad\varphi$) подобно засовыванию жестких кубиков и столбиков в жесткую

форму. Степень жесткости можно охарактеризовать количеством логических связей между понятиями (ЭУМ), входящими в текст, приходящимся на 1000 слов.

Результаты исследования

Когнитивная сложность УТ зависит от степени свернутости информации (концентрации знаний) в используемых терминах. Вообще, **свертывание информации** — это процесс ее аналитико-синтетической переработки, приводящий к уменьшению физического объема сообщения без потерь информативности. Семантическую сложность слова (термина) можно охарактеризовать **коэффициентом свернутости информации** (КСИ) относительно выбранного уровня знаний Z_0. Он показывает степень концентрации информации в соответствующем термине и равен количеству слов в объяснении понятия П, содержащем только слова из тезауруса Z_0. Для его нахождения необходимо дать определение О понятию П, а также понятиям $П_1$, $П_2$, ..., которые входят в О, используя при этом слова из тезауруса Z_0; а затем следует подсчитать общее число слов в получившемся тексте.

Будем считать, что УТ соответствует тезаурусу Z_0, если он состоит только из слов, входящих в тезаурус Z_0, и слов, объясненных в данном тексте. Информативность фрагмента УТ относительно тезауруса Z_0 равна объему текста минимальной длины, соответствующему тезаурусу Z_0 и содержащему ту же полезную информацию. За условную единицу информации (УЕИ) примем количество информации в простых словах (воздух, ходить, синий). Однокоренные слова в сознании человека не хранятся отдельно, а образуют единое психолингвистическое образование — концепт. Так как каждому концепту соответствует одно значение и целое множество различных терминов, применяемых в различных модификациях, то их КСИ примерно одинаковы. Мерой сложности понятия будем считать количество слов, которое необходимо произнести, чтобы дать определение понятию, используя термины, входящие в тезаурус Z_0 пятиклассника. Число связей в предложении пропорционально количеству значащих слов и учитывается автоматически. Сложность логической связи такая же, как у слов «значит» или «поэтому» (*S(значит)* или *S(поэтому)*) и считается равной трем, что существенно меньше *S(логарифм)* или *S(интеграл)*. Если текст насыщен научными терминами, у которых КСИ достигает 30 и выше (до 150), то вклад подобных логических связей в дидактическую сложность текста мал.

Текст — система из *N* последовательно соединенных элементов, некоторые из которых идентичны; его сложность примерно равна сумме сложностей всех элементов и связей между ними. При таком подходе может быть сформулирован **тезис:** если текст T_1, содержащий термины из множества А, имеет сложность $S(T_1)$, а текст T_2, содержащий термины из множества В, имеет сложность $S(T_2)$, то объединение этих текстов при отсутствии логических связей между ними имеет сложность $S(T_1 \cup T_2)$, которая меньше или равна $S(T_1) + S(T_2)$. Знак равенства соответствует случаю, когда А и В не пересекаются ($\boldsymbol{A} \cap \boldsymbol{B} = \varnothing$); когда А и В имеют общие элементы ($\boldsymbol{A} \cap \boldsymbol{B} \neq \varnothing$), $S(T_1 \cup T_2)$ может быть меньше $S(T_1) + S(T_2)$. Например, оба текста содержат слово «интеграл», сложность которого обозначим так: *S(интеграл)*. При вычислении $S(T_1)$ и $S(T_2)$ по отдельности, каждый из текстов T_1 и T_2 следует дополнить определением интеграла, и в сумму $S(T_1) + S(T_2)$ оно войдет дважды. В общем тексте $T_1 \cup T_2$ определение интеграла добавляется один раз, поэтому $S(T_1 \cup T_2)$ меньше $S(T_1) + S(T_2)$.

Применим рассмотренный выше метод к оценке некоторых важных математических понятий. Будем считать, что для пятиклассника:

S(расстояние) = S(сложить) = S(вычесть) = 1;

S(число) = S(переменная) = S(перпендикуляр) = 1,5;

S(делить) = S(соответ.) = S(вектор) = S(умножить) = = S(модуль) = S(стремится) = S(приращение) = = S(координата) = 2,

S(ось координат) = 3; S(синус) = S(косинус) = 5.

Создадим компьютерную программу, в которой закодируем уравнения сложности оцениваемых понятий и последовательно вычислим их сложности S(П) (рис. 2). Речь идет о нахождении нижней границы S(П), поэтому при анализе определений сложность каждого термина учитывается не более одного раза. При повторной встрече с тем же термином он учитывается как обычное слово.

Получилось следующее (в фигурных скобках заключены слова, сложность которых учитывается): **Аргумент** — {независимая переменная}*: S(аргумент) = 2,5.* **Функция** — зависимость переменной *y* от аргумента *x*, при котором каждому значению аргумента соответствует не более одного значения переменной *y*: *S(функция) = 16.* **Предел функции** {при аргументе *x*, стремящемся к *a*, равен *b*, если при *x* стремящемся к *a* разность *f(x)* — *b* стремится к нулю}: *S(предел) = 32.* **Производная функции** — {предел отношения приращения функции к соответствующему приращению аргумента, когда приращение аргумента стремится к нулю}: *S(производная) = 65.* **Частная производная** функции по *x* — {производная по *x*, взятая в предположении, что все остальные переменные имеют фиксированные значения}: *S(частная производная) = 76.* **Интеграл (первообразная)** от *f(x)* — {функция *F(x)*, производная которой равна функции *f(x)*}: *S(интеграл) = 86.*

Проекция вектора — {разность координат конца и начала вектора}: *S(проекция вектора) = 7.* **Орт** — {вектор единичной длины, направленный вдоль координатной оси}: *S(орт) = 10.* **Скалярное произведение** векторов: 1) определение: $(\vec{a},\vec{b}) = ab\cos\alpha$ — {произведение модуля первого вектора, модуля второго вектора и косинуса угла между ними}: *S(скалярное произведение 1) = 17;* 2) высказывание: $(\vec{a},\vec{b}) = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$ {проекция первого вектора умножить на проекцию второго вектора плюс…}: *S(скалярное произведение 2) = 40.* **Векторное произведение**: 1) определение: $\vec{c} = [\vec{a},\vec{b}]$, $c = ab\sin\alpha$ {произведение модуля одного вектора, модуля другого вектора и синуса угла между ними; направление совпадает с движением правого винта (при повороте по часовой стрелке винт движется от нас) при его вращении от первого вектора ко второму по кратчайшему пути}: *S(векторное произведение 1) = 35*; 2) высказывание: {орт умножить на скобку проекция вектора умножить на проекцию вектора минус проекция вектора умножить на проекцию вектора скобка плюс…}:

$$[\vec{a},\vec{b}] = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix} = \vec{i}(a_y b_z - a_z b_y) + \vec{j}(a_z b_x - a_x b_z) + \vec{k}(a_x b_y - a_y b_x).$$

Получается (рис. 2): *S(векторное произведение 2) = 63.*

Понятие «градиент в данной точке скалярного поля» или «градиент функции в точке». Скалярное поле — {совокупность точек пространства, каждой из которых соответствует значение функции *f(x,y,z),* зависящее от координат}. Градиент скалярного поля в данной точке — {вектор, направленный в сторону наибыстрейшего возрастания функции; его модуль равен пределу отношения приращения функции Δf к величине смещения Δl в этом направлении, когда смещение стремится к нулю}. Получаем: *S(градиент) = 75.*

Градиент функции (оператор набла ∇f) в декартовых координатах:

$$grad\ f = \vec{i}\frac{\partial f}{\partial x} + \vec{j}\frac{\partial f}{\partial y} + \vec{k}\frac{\partial f}{\partial z},$$

т. е. {частная производная по аргументу *x* умножить на орт $\vec{i}$ плюс частная производная по аргумента *y* умножить на орт $\vec{j}$ плюс частная производная по аргументу *z* умножить на орт $\vec{k}$ }: *S(набла 1) = 109.* Можно сказать короче: градиент — {частная производная функции по аргументу *x* умножить на соответствующий орт, плюс то же самое для аргумента *y*, плюс то же самое для аргумента *z*}. Тогда *S(набла 2) = 102.*

Понятие «дивергенция в данной точке векторного поля». Векторное поле $\vec{a}$ *(x, y, z)* — {совокупность точек пространства, каждой из которых соответствует вектор, зависящий от координат}. Поток — {интеграл от произведения модуля вектора $\vec{a}$, площади элементарной площадки и косинуса угла между вектором $\vec{a}$ и вектором нормали к площадке}. Дивергенция в точке B — {предел отношения потока вектора $\vec{a}$ через замкнутую поверхность, охватывающую точку B, к объему, если объем стремится к нулю}: *S(дивергенция 1) = 164.* С другой стороны, **дивергенция вектора** $\vec{a}$: $div\,\vec{a} = (\nabla, \vec{a})$ — скалярное произведение оператора набла на вектор $\vec{a}$: *S(дивергенция 2) = 144.*

S(аргумент) = S(переменная)+1=**2.5**;
S(функция) = S(переменная)+S(аргумент)+S(соответ.)+10=**16**;
S(предел) = S(аргумент)+S(стремится)+S(функция)+11=**32:**
S(производная) = S(предел) +S(делить)+S(функция)+S(соответ.)+S(приращение)+ +S(аргумент)+S(стремится)+S(число)+5=**65:**
S(частная производная)= S(производная)+S(переменная)+10=**76:**
S(интеграл) = S(функция)+S(производная)+5=**86:**
S(проекция вектора) = S(вектор)+S(координата)+3=**7:**
S(орт) = S(вектор)+S(коорд. ось)+5=**10:**
S(скалярн. произвед. 1) = S(умножить)+S(модуль)+S(вектор)+S(косинус)+6=**17:**
S(скалярн. произвед. 2) = S(проекция)+S(умнож.)+31=**40:**
S(векторн. произвед. 1) = S(модуль)+S(вектор)+S(умнож.)+S(синус) +24=**35:**
S(векторн. произвед. 2) = S(орт)+S(проекция)+S(умнож.)+44=**63:**
S(градиент) = S(вектор)+S(функция)+S(модуль)+S(приращение)+S(соответ.)+ +S(координата)+S(предел)+S(стремится) +S(делить)+13=**75:**
S(набла 1) = S(частн. производн.)+S(координата)+S(орт)+S(умнож.)+11=**109:**
S(набла 2) = S(частн. производн.)+S(аргумент)+S(соответ.)+S(орт)+S(умнож.)+9=**102:**
S(дивергенция 1) = S(вектор)+S(координата)+S(интеграл)+S(умнож.)+S(модуль)+ +S(косинус)+S(перпенд.)+S(предел)+S(делить)+S(стремится)+28=**164:**
S(дивергенция 2) = S(скалярн. произвед.)+S(набла)+S(вектор)=**144:**
S(ротор 1) = S(вектор)+S(соответ.)+S(координата)+S(интеграл)+S(умнож.)+ +S(модуль)+S(косинус)+S(перпенд.)+S(предел)+S(делить) +S(стремится)+37=**175:**
S(ротор 2) = S(векторн. произвед.)+S(набла)+S(вектор)=**174.**

Рис. 2. Результаты оценки когнитивной сложности понятий

Понятие «ротор в данной точке векторного поля». Векторное поле $\vec{a}$ *(x, y, z)* — {совокупность точек пространства, каждой из которых соответствует вектор, зависящий от координат}. Циркуляция — {интеграл произведения модуля вектора $\vec{a}$ на элементарную длину и косинус угла между ними}. Ротор — {вектор, модуль которого равен максимальному значению предела отношения циркуляции вектора $\vec{a}$ вдоль замкнутого контура к площади, ограниченной контуром, когда площадь стремится к нулю; направление — перпендикулярно плоскости контура и связано с направлением обхода правилом правого винта}. Получаем: *S(ротор вектора) = 175.* В декартовых координатах **ротор вектора** $rot\,\vec{a} = [\nabla, \vec{a}\,]$ — векторное произведение набла на вектор $\vec{a}$: *S(ротор вектора) = 174.*

На рисунке 2 представлены результаты оценивания сложности важнейших математических понятий. То, что определения для скалярного и векторного произведений превышают соответствующие высказывания примерно в 2 раза, объясняется объективной сложностью формул, содержащих суммы произведений проекций векторов для трех координатных осей. Оценка сложности этих формул была необходима для определения сложности понятий «градиент», «дивергенция», «ротор» и соответствующих формул для декартовых координат. Результаты позволяют сравнивать понятия по сложности; из них, в частности, следует, что *S(интеграл)* примерно в 5,4 раза превышает *S(функция)*, а *S(ротор)* в 2,7 раза больше *S(производная)*. Это согласуется с закономерностью: чем ниже частотность использования термина, тем выше его информативность, а значит и когнитивная сложность. Полученные результаты фактически представляют собой базу сравнения, позволяющую оценить сложность других математических терминов. Это облегчает решение проблемы оценки сложности учебных текстов, содержащих математические высказывания.

Выводы

В статье рассматривается проблема оценки когнитивной сложности понятий, высказываний и текстов, влияющей на их дидактическую сложность. Проанализирована метафора, согласно которой понимание математических высказываний аналогично заполнению некоторой формы жесткими элементами с замысловатыми выступами. Этим и объясняется сложность математических рассуждений. Предложен метод приближенного оценивания когнитивной сложности математических понятий и высказываний, которая равна их информационной ёмкости. Мера сложности понятия заключается в количестве слов, которое необходимо произнести, чтобы дать определение понятию, используя термины, входящие в тезаурус пятиклассника. За условную единицу информации принято количество информации, содержащейся в обычном слове. Были составлены уравнения сложности, определены сложности простых понятий, а затем вычислены сложности понятий с высокой степенью абстрактности: производная, интеграл, дивергенция. Установлено, что информационная ёмкость математических терминов варьируется от 1–3 (сложить, умножить) до 100–200 (градиент, дивергенция, ротор). В результате была создана база сравнения для оценки сложности других математических терминов. Решение рассмотренной проблемы позволяет оценить ДС учебного текста, содержащего математические высказывания.

1. Майер Р. В. Контент-анализ школьных учебников по естественно-научным дисциплинам : моногр. Глазов : Глазов. гос. пед. ин-т, 2016. 137 с.

2. Майер Р. В. Дидактическая сложность учебных текстов и ее оценка : моногр. Глазов : Глазов. гос. пед. ин-т, 2020. 149 с.

3. Величковский Б. М. Когнитивная наука: основы психологии познания : в 2 т. М. : Смысл ; Академия, 2006. Т. 1. 448 с.

4. Кудж С. А., Цветков В. Я. Факторы когнитивной сложности // Информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2018. № 6 (10). С. 34–41.

5. Батура Т. В. Математическая лингвистика и автоматическая обработка текстов на естественном языке : учеб. пособие. Новосибирск : РИЦ НГУ, 2016. 166 с.

6. Клейносов Д. П. Изменение структурной и содержательной сложности учебного материала с целью реализации дидактического принципа осознанности знаний : дис. … канд. пед. наук. М., 2017. 150 с.

7. Мамчур Е. А., Овчинников Н. Ф., Уемов А. И. Принцип простоты и меры сложности. М. : Наука, 1989. 304 с.

8. Карпенко А. П., Соколов Н. К. Оценка сложности семантической сети в обучающей системе // Образовательные технологии. № 3. 2010. С. 49–70.

9. Davis B., Sumara D. Complexity and Education: Inquiries Into Learning, Teaching, and Research. Mahwah, New Jersey, London, 2006. 201 p.

10. Субетто А. И. Квалиметрия: малая энциклопедия. СПб. : ИПЦ СЗИУ — фил. РАНХиГС, 2015. Вып. 1. 244 с.

© Майер Р. В., 2020