

Гигиеническая оценка учебных текстов: методические подходы и оценка трудности для детей общеобразовательных учебников

Понимаемость и удобочитаемость (легкость чтения) текста — значимые признаки оценки учебников. **Цель исследования:** обосновать совершенствование удобочитаемости и понимаемости текстов учебников. **Методы:** изучено 60 современных учебников для 1–11-х классов по истории, физике, биологии, а также 23 учебника, изданные в 1960–1980 гг. Для оценки удобочитаемости использовали показатель Флеша, для оценки понимаемости — индекс Фога. **Результаты:** удобочитаемость и понимаемость текстов учебников 1960–1980-х гг. и современных изданий не отличается, что свидетельствует об одинаковой сложности для обучающихся старых и современных учебников. Показатель понимаемости учебников для начальных классов соответствует возрастной норме и составляет $4,4 \pm 0,2$ балла. Показатель легкости чтения этих учебников меньше возрастной нормы и равен $53,8 \pm 2,9$ балла, что повышает физиологическую «стоимость» учебной деятельности детей младшего школьного возраста. Удобочитаемость и понимаемость детьми текстов школьных учебников — значимый фактор напряженности учебной деятельности. Он может быть объективно оценен с помощью показателя Флеша и индекса Фога, что целесообразно для объективной гигиенической оценки напряженности учебной деятельности детей. **Заключение:** основным направлением оптимизации напряженности учебной деятельности является снижение интеллектуальных и эмоциональных нагрузок у детей путем повышения легкости чтения школьных учебников за счет их соответствия возрастным особенностям обучающихся.

Ключевые слова: гигиеническая безопасность учебников, удобочитаемость, понимаемость, показатель Флеша, индекс Фога, методы оценки учебников.

(Для цитирования: Кучма В.Р., Ткачук Е.А. Гигиеническая оценка учебных текстов: методические подходы и оценка трудности для детей общеобразовательных учебников. *Вестник РАМН*. 2015; 70 (2): 214–221. Doi: 10.15690/vramn.v70i2.1315)

Обоснование

Чтение — сложный психофизиологический процесс, включающий как технику чтения, так и его понимание, требующий остроты зрения, аккомодации, движения глаз и участия таких психических функций, как быстрота зрительного различения, зрительное внимание и зрительная память [1].

В НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков Научного центра здоровья детей (Москва) на протяжении многих лет изучается влияние чтения на организм школьников разного возраста в зависимости от способов предъявления текстовой информации на страницах учебной литературы и электронных носителей: размер шрифта основного и дополнительного текста, длина строки, увеличение интерлиньяжа (межстрочный пробел),

V.R. Kuchma¹, E.A. Tkachuk²

¹ Scientific Centre of Children's Health, Moscow, Russian Federation

² Irkutsk Institute of Teacher Training, Russian Federation

Hygienic Assessment of Educational Texts: Methodical Approaches and Evaluation of Difficulties for Children of Secondary Textbooks

Background: The understandability and readability of the text are significant indicators of evaluation of textbooks. **Objective:** The aim of the study — rationale of improving the readability and understandability of textbooks. **Methods:** 60 modern textbooks for 5–11th classes on History, Physics, Biology and 23 textbooks of 1960–1980's edition. Flesch index was used to assess the readability, Fogh index — to evaluate understandability. **Results:** The readability and understandability of texts in textbooks of 1960–1980's and modern editions have no differences and show the same complexity of old and modern textbooks for students. The indicator of understandability of textbooks for primary classes corresponds to age norm and is 4.4 ± 0.2 points. The indicator of readability for these books is less age norm and is 53.8 ± 2.9 points, which increases the physiological cost of educational activities of children of primary school age. Children's readability and understandability of school textbooks are a significant factor of intensity of training activities and can be objectively assessed by Flesch and Fogh indices, that it is appropriate for an objective hygienic assessment of the tension of the educational activities for children. **Conclusion:** The main direction of optimization of the tension of educational activity is to reduce the intellectual and emotional loads in children by increasing the easiness of reading textbooks due to their compliance with the age peculiarities of students.

Key words: hygienic safety textbooks, readability, understandability, Flesch index, Fogh index, methods of textbook evaluation.

(For citation: Kuchma V.R., Tkachuk E.A. Hygienic Assessment of Educational Texts: Methodical Approaches and Evaluation of Difficulties for Children of Secondary Textbooks. *Vestnik Rossiiskoi Akademii Meditsinskikh Nauk = Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2015; 70 (2): 214–221. Doi: 10.15690/vramn.v70i2.1315)

Методы

рисунок шрифта и т.д. [1, 2]. Результаты проведенных исследований позволили разработать требования к учебным изданиям для общего и начального профессионального образования¹, книжным и журнальным изданиям для детей и подростков², внедрение которых способствовало существенному сокращению числа учебников и учебных пособий, не соответствующих гигиеническим нормам.

В работах отдельных авторов показана взаимосвязь между сложностью понимания текста учебника и успеваемостью обучающихся [3, 4]; доказано наличие корреляции между средней сложностью текста учебников и средним процентом неуспевающих учеников; установлено [5], что уменьшение сложности теста учебника на 4 ед. увеличивает понимание учебного материала на 12%, а его усвоение — на 13% [6].

Универсальный показатель удобочитаемости, предложенный Л.М. Текшевой (2007), показывает меру утомления от функциональной зрительной нагрузки и зависит от адаптационных характеристик зрения, контрастной чувствительности зрения, состояния аккомодационного аппарата глаза, интегрального состояния зрительной системы. Предложено использовать этот показатель в качестве экспресс-метода в лабораторных и естественных условиях для определения степени воздействия различной текстовой нагрузки на зрительную систему [7].

Однако современные понятия об удобочитаемости более обширны, чем только шрифтовое и внешнее оформление учебников, и включают показатели понимаемости текста [8–10], определяемые наиболее распространенными и доступными в настоящее время показателем Флеша и индексом Фога [9].

С.В. Окладникова в серии публикаций анализирует методы оценки читабельности текстов и показывает высокоэффективные технологии и методики диагностики качества образования, разработки, механизмы проверки и тиражирования контрольных тестовых материалов, которыми занимаются специальные организации. Так, к примеру, в США это Educational Testing Service ETS (www.ets.org), в Великобритании — The Qualifications and Curriculum Authority QCA (<http://www.qca.org.uk>), в России — Федеральный институт педагогических измерений (<http://www.fipi.ru>) [11–13].

Несмотря на уровень развития современного образования и книгоиздания в России, на сегодня не разработано гигиенических подходов к оценке удобочитаемости с точки зрения легкости восприятия и понимаемости учебных текстов [13–15].

Цель исследования состояла в том, чтобы обосновать оптимизацию напряженности учебной деятельности детей за счет совершенствования удобочитаемости и понимаемости текстов учебников.

Задачи исследования:

- оценка удобочитаемости учебников по показателям легкости чтения текста и его понимания;
- оценка удобочитаемости (легкости) и понимаемости текстов учебников 1960–1980-х гг. и современных изданий;
- разработка методики оценки удобочитаемости и понимаемости текстов учебников как фактора напряженности учебной деятельности.

Дизайн исследования

Проведено исследование учебных текстов для обучающихся 1–11-х классов. В качестве контроля служили учебники, изданные во второй половине XX в. (исследование с историческим контролем).

Критерии соответствия

Критерии соответствия — принадлежность книг к учебной литературе по разным предметам для обучающихся 1–11-х классов, а также указание об их допуске Министерством образования СССР и Российской Федерации к использованию в качестве учебников.

Условия проведения

Исследование проведено в условиях лаборатории Иркутского института повышения квалификации работников образования. При этом под удобочитаемостью понимали свойство текстового материала, характеризующее легкость чтения его обучающимися, определяющее сенсорную нагрузку; под понимаемостью — свойство текстового материала, характеризующее легкость восприятия его обучающимися и определяющее интеллектуальную нагрузку.

Продолжительность исследования

Гигиеническая оценка удобочитаемости учебных текстов учениками была выполнена в течение одного учебного года (2011–2012 г.).

Описание эксперимента

Естественный гигиенический эксперимент состоял в лабораторной оценке удобочитаемости учебных текстов 83 учебников (изданий). В каждом издании оценивали 30 отрывков текста, каждый из которых составлял 100 слов. Ввиду специфики учебников для начальных классов для оценки использовали 10–15 отрывков в каждом издании. Предлоги и союзы, имена собственные не учитывали. Всего было оценено 2265 отрывков, содержащих свыше 226 тыс. слов.

Исходы исследования

Исходом исследования являлось получение информации о тексте, достаточной для проведения специальных расчетов по соответствующим формулам.

Методы регистрации исходов

Исходы регистрировали по общему числу слов в отрывке, числу предложений в нем, числу слов в предложении, в т.ч. многосложных, числу слогов в слове.

Для оценки удобочитаемости использовали показатель Флеша, понимаемости — индекс Фога.

В исследовании применяли скорректированную для русского языка и уровня образования, необходимого для восприятия текста, формулу удобочитаемости Флеша [16]:

$$\text{Индекс Флеша} = 206,835 - (1,3 \times \text{ASL}) - (60,1 \times \text{ASW}),$$

где ASL — средняя длина предложения (число слов, деленное на число предложений); ASW — среднее число слогов в слове (число слогов, деленное на число слов).

¹ СанПиН 2.4.7.1166-02 Гигиенические требования к изданиям учебным для общего и начального профессионального образования (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 7 октября 2002 г.). URL: <http://www.mhsts.ru/biblio/SANPIN.asp>

² СанПиН 2.4.2.2821-10 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях. URL: <http://www.mhsts.ru/biblio/SANPIN.asp>

Текст оценивали по 100-балльной шкале. Чем выше значение, тем проще понять текст. Для большинства стандартных текстов показатель Флеша должен иметь значение от 60 до 70 баллов. В нашем исследовании показатель Флеша оценивали в соответствии с литературными данными: значение показателя 91–100 оптимально для детей 5-го, 81–90 — 6-го, 71–80 — 7-го, 61–70 — 8–9-го, 51–60 — 10–11-го класса [15, 17].

Дополнительно показатель Флеша оценивали по формуле школьного теста Флеша–Кинкейда [17]:

$$i = 0,39a + 11,80b - 15,59,$$

где i — показатель Флеша, a — средняя длина предложений по числу слов, b — среднее число слогов в слове.

Кроме того, использовали Индекс Фога (или Ганнинга) по формуле Ганнинга [16]:

$$\text{Индекс Ганнинга} = 0,4 \left[0,78 \left(\frac{\text{слов}}{\text{предложений}} + 100 \frac{\text{число сложных слов}}{\text{число слов}} \right) \right],$$

где 0,78 — поправочный коэффициент для русского языка.

Индекс Фога оценивали в соответствии с уровнем образования, необходимого для понимания текста: 16–20 — для понимания требуется высшее образование, 9–10 — необходимо образование на уровне 7–8-го, 7–8 — 5–6-го класса [15, 17]. Индекс Фога показывает, какой образовательный уровень нужен для усвоения материала. Чем меньше индекс, тем большей аудитории будет понятен материал. В нашем исследовании ориентировались на уровень 10–12 и менее.

Индекс Колемана–Лиану позволяет оценить читабельность текстов (чем меньше индекс, тем читабельнее текст) и рассчитывается по формуле [15]:

$$\text{Индекс Колемана–Лиану} = \frac{x}{k} + 30 \frac{s}{k} - 15,8,$$

где x — общее число символов в тексте, k — общее число слов в тексте, s — число предложений в тексте.

Индекс Маклаулина SMOG (прогнозирует 100% понимание текста) рассчитывали для 30 предложений по формуле [18]:

$$\text{SMOG} = 1,0430 \times \sqrt{\frac{L}{S}} \times \sqrt{1} + 1,1291,$$

где L — слова из трех и более слов, 1 — среднее число многосложных слов, S — число предложений в тексте.

Чем меньше индекс, тем большей аудитории читателей доступен текст.

Для каждого отрывка текста отдельно вычисляли каждый из показателей. Все индексы измеряли в условных единицах (у.е.).

Статистический анализ

Объем основной выборки определялся требованиями методов оценки удобочитаемости текстов в одном из-

дании: 15–30 отрывков учебного текста, включающих не менее 100 слов.

Общий размер выборки предварительно не рассчитывался, но оказался достаточным для получения репрезентативных данных (свыше 2,5 тыс. слов на учебник).

Статистическую обработку результатов исследования проводили при помощи Statistica Base 10 for Windows Ru (StatSoft Inc., США). В ходе статистической обработки вычисляли среднюю арифметическую (M), среднее квадратичное отклонение (δ), среднюю ошибку средней арифметической (m). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05.

Результаты

Объект исследования

Исследованию были подвергнуты учебники для обучающихся 1–11-х классов: 15 книг для начальных классов, 29 учебников по истории, 18 — по физике, 13 — по биологии и 8 изданий 1960–1980-го г. выпуска.

Основные результаты исследования

По результатам исследования выяснилось, что тексты учебников для начальной школы содержат большее число длинных слов в предложении, чем это доступно ученику начальной школы (табл. 1 и 2).

Индекс Флеша также превышал допустимые для обучающихся показатели. Так, в возрасте 7–9 лет индекс Флеша должен составлять не менее 80 у.е. (диапазон 80–100 у.е.). На практике он был равен $53,8 \pm 2,9$.

Индекс Колемана–Лиану, с помощью которого оценивают читабельность текстов, имел более высокие значения ($16,9 \pm 0,2$) по сравнению с допустимыми ($p < 0,05$).

Показатель Фога имел допустимые значения. Индекс Флеша–Кинкейда, напротив, характеризовался значениями, недопустимыми для начальной школы. В начальной школе он должен составлять 1–3 у.е., а оказался равен $12,9 \pm 0,6$, что соответствует 13 годам обучения.

Индекс Маклаулина SMOG продемонстрировал большее, чем допустимое, значение ($p < 0,05$). Индекс определяет, какого возраста должен быть ученик, чтобы достигнуть 100% понимания текста. В нашем случае учебники для начальных классов без труда могли понимать лишь дети с 12 лет.

Таким образом, тексты учебников для начальной школы трудно читаемы и плохо понимаемы детьми начальных классов. Это требует гигиенического контроля их использования, и должно быть учтено при разработке учебников нового поколения.

В текстах учебников для 5–11-х классов число слогов не изменялось в зависимости от возрастной категории детей, использующей учебники (табл. 3–8). При этом среднее число длинных слов достоверно увеличивалось ($p < 0,05$). Среднее число слов в предложениях у разных авторов значительно варьировало. В некоторых современных учебниках число слов в предложениях составило $17,0 \pm 0,3$.

Таблица 1. Показатели легкости чтения (удобочитаемости) текстов учебников для начальной школы ($M \pm m$)

Показатель удобочитаемости	Фактическое значение	Допустимое значение
Число слов в предложении	$8,7 \pm 0,5$	7–10
Число слогов в слове	$2,1 \pm 0,04$	2–2,5
Число длинных слов	$2,5 \pm 0,2$	0–2
Индекс Флеша	$53,8 \pm 2,9$	80–100
Индекс Колемана–Лиану	$16,9 \pm 0,2$	2–7

Таблица 2. Показатели понимаемости текстов учебников для начальной школы ($M \pm m$)

Показатель удобочитаемости	Фактическое значение	Допустимое значение
Показатель Фога (Ганнинга)	4,4±0,2	4–6
Индекс Флеша–Кинкэйда	12,9±0,6	1–3
Индекс Маклаулина «SMOG»	12,2±0,7	7–10

Таблица 3. Показатели легкости чтения (удобочитаемости) текстов учебников для 5–11-х классов по истории ($M \pm m$)

Показатель удобочитаемости	Фактическое значение	Допустимое значение
Число слов в предложении	11,5±0,3	11–14
Число слогов в слове	2,7±0,03	2,5–3
Число длинных слов	5,0±0,2	2–4
Индекс Флеша	29,8±2,3	60–81
Индекс Колемана–Лиау	18,8±0,2	8–13

Таблица 4. Показатели понимаемости текстов учебников для 5–11-х классов по истории ($M \pm m$)

Показатель удобочитаемости	Фактическое значение	Допустимое значение
Показатель Фога (Ганнинга)	6,1±0,2	7–10
Индекс Флеша–Кинкэйда	20,7±0,5	4–9
Индекс Маклаулина «SMOG»	7,9±0,1	11–16

Таблица 5. Показатели легкости чтения (удобочитаемости) текстов учебников для 5–11-х классов по физике ($M \pm m$)

Показатель удобочитаемости	Фактическое значение	Допустимое значение
Число слов в предложении	12,9±0,7	11–14
Число слогов в слове	2,8±0,06	2,5–3
Число длинных слов	5,9±0,3	2–4
Индекс Флеша	21,3±4,1	60–81
Индекс Колемана–Лиау	19,5±0,3	8–13

Таблица 6. Показатели понимаемости текстов учебников для 5–11-х классов по физике ($M \pm m$)

Показатель удобочитаемости	Фактическое значение	Допустимое значение
Показатель Фога (Ганнинга)	6,9±0,4	7–10
Индекс Флеша–Кинкэйда	22,6±0,8	4–9
Индекс Маклаулина «SMOG»	8,5±0,2	11–16

Таблица 7. Показатели легкости чтения (удобочитаемости) текстов учебников для 5–11-х классов по биологии ($M \pm m$)

Показатель удобочитаемости	Фактическое значение	Допустимое значение
Число слов в предложении	12,6±0,7	11–14
Число слогов в слове	2,9±0,5	2,5–3
Число длинных слов	6,0±0,4	2–4
Индекс Флеша	17,2±3,1	60–81
Индекс Колемана–Лиау	19,6±0,3	8–13

Таблица 8. Показатели понимаемости текстов учебников для 5–11-х классов по биологии ($M \pm m$)

Показатель удобочитаемости	Фактическое значение	Допустимое значение
Показатель Фога (Ганнинга)	6,9±0,4	7–10
Индекс Флеша–Кинкэйда	23,3±0,7	4–9
Индекс Маклаулина «SMOG»	8,7±0,2	11–16

Авторы при изложении текста использовали слова, в среднем состоящие из 2,4–3,1 слогов. У разных авторов эти показатели существенно не отличались, однако наблюдалась тенденция: чем более длинные предложения использовали авторы, тем из большего числа слогов состояли слова в них.

При рассмотрении числа используемых слогов в словах установили, что для учебника по истории среднее число слогов в тексте составляет $2,7 \pm 0,2$, по физике — $2,8 \pm 0,2$, по биологии — $2,9 \pm 0,2$. Различия в значениях статистически незначимы ($p > 0,05$).

Число слогов в текстах в зависимости от возраста целевой аудитории также достоверно не изменялось ($p > 0,05$).

Среднее число длинных слов на одно предложение в учебных текстах по истории составило $5,0 \pm 0,01$, по физике — $5,6 \pm 0,2$, по биологии — $6,0 \pm 0,3$.

Установлена тенденция к увеличению числа длинных слов в зависимости от возраста учащихся. Показатели в учебниках для 5-х и 11-х классов значимо различались ($p < 0,05$).

Самые перегруженные словами предложения встречались в учебнике биологии для 10–11-х классов П.М. Бородин и соавт. (2006): среднее число слов в предложениях составило $18,0 \pm 0,7$. Учебник физики для 11-го класса С.В. Громова под ред. Н.В. Шароновой (2001) также оказался перегружен предложениями с большим числом слов: среднее число слов $17,8 \pm 0,02$.

Наименьшее число слов в предложениях ($8,4 \pm 0,8$) отмечено в учебнике истории В.А. Головиной и соавт. для 5-х классов (2003).

Зафиксирована тенденция к увеличению числа слов в предложениях в зависимости от возраста учащихся, однако значения показателей достоверно не отличались друг от друга ($p > 0,05$).

По показателю Флеша только немногие исследуемые учебные издания соответствовали уровню школьного возраста. К ним относятся такие издания, как учебник по истории В.А. Головиной и соавт. для 5-х классов (2003) — показатель Флеша $32,4 \pm 1,3$; учебник по истории В.И. Уколова и соавт. под ред. А.О. Чубарьяна (2004) — показатель Флеша $30,8 \pm 0,6$. В этот же список можно добавить учебник по физике для 7-х классов С.В. Громова и соавт. (2000): показатель Флеша при оценке этого издания составил $29,1 \pm 1,3$.

Анализ показателей удобочитаемости учебников по разным предметам позволил установить, что индекс Флеша составил от $17,2 \pm 3,1$ в учебниках по биологии и $21,3 \pm 4,1$ в учебниках по физике до $29,8 \pm 2,3$ в учебниках по истории, что не соответствует возрастным нормам ($p < 0,05$).

Индекс Колемана–Лиану для учебников по истории оказался равен $18,8 \pm 0,2$, по физике — $19,5 \pm 0,3$, что также не соответствует допустимому диапазону.

По индексу Фога, рассчитанному отдельно для каждого учебника, сложность понимания учебных текстов имела тенденцию к снижению в 5–6-х классах. Показатель Фога приближался к соответствию возрастным нормам и варьировал от одного издания к другому в пределах от $6,1 \pm 0,1$ до $6,9 \pm 0,3$.

Индекс Флеша–Кинкэйда составил $20,7 \pm 0,5$ для учебников по истории, $22,6 \pm 0,8$ — для изданий по физике и $23,3 \pm 0,7$ — для книг по биологии, что не соответствует возрастным нормам.

Индекс Маклаулина SMOG имел меньшие значения, чем принято для возрастной аудитории.

Многие педагоги считают, что учебники, изданные в 1960–1980-х гг., написаны более «легким» и доступным для понимания языком. Для подтверждения этой гипотезы были изучены тексты некоторых вышедших из употребления учебников. Результаты исследования представлены в табл. 9.

В старых изданиях среднее значение числа слогов в словах составило $2,8 \pm 0,2$. Современные издания содержат то же число слогов: $2,8 \pm 0,2$. Среднее число слов в предложениях было равно $12,3 \pm 0,8$ (в современных изданиях — $12,03 \pm 0,4$). Среднее число длинных предложений в старых учебниках составило $5,5 \pm 0,09$, в современных — $5,4 \pm 0,4$. Показатель Флеша для старых книг — $8,4 \pm 0,8$, для современных — $9,0 \pm 0,04$. Индекс Фога был равен $6,6 \pm 1,03$ и $6,4 \pm 0,2$, соответственно.

Анализ полученных результатов позволил разработать и предложить методы гигиенической оценки учебных текстов с помощью наиболее значимых показателей (табл. 10).

При гигиенической оценке учебных текстов с помощью представленных показателей необходимо соблюдать следующую технологию оценки учебников: для анализа показателей в одном издании оценивают 30 отрывков текста, каждый из которых составляет 100 слов. Ввиду специфики учебников для начальных классов для их оценки используют 10–15 отрывков в каждом издании; для каждого отрывка показатели вычисляют отдельно; на основании статистического анализа отрывков в каждом издании определяют среднеарифметические показатели и их стандартные ошибки.

Гигиеническая оценка учебных текстов позволит дать рекомендации издателям учебников и снизить интеллектуальные и сенсорные нагрузки напряженности учебной деятельности. Целесообразно указание в выходных данных, аннотации учебника сведений о показателях их понимаемости и удобочитаемости, установленных с помощью обоснованной методики.

Таблица 9. Показатели легкости чтения (удобочитаемости) и понимаемости текстов современных изданий и 60–80 гг. выпуска в сравнении ($M \pm m$)

Показатель удобочитаемости	Издания 60–80 гг. XX в.	Современные издания
Число слов в предложении	$12,6 \pm 0,6$	$12,5 \pm 0,7$
Число слогов в слове	$2,8 \pm 0,1$	$2,9 \pm 0,4$
Число длинных слов	$5,5 \pm 0,4$	$5,9 \pm 0,5$
Индекс Флеша	$25,01 \pm 3,9$	$20,6 \pm 3,1$
Индекс Колемана–Лиану	$19,2 \pm 0,3$	$19,6 \pm 0,3$
Показатель Фога (Ганнинга)	$6,6 \pm 0,4$	$6,8 \pm 0,5$
Индекс Флеша–Кинкэйда	$21,8 \pm 0,8$	$22,1 \pm 0,6$
Индекс Маклаулина «SMOG»	$8,3 \pm 0,3$	$8,6 \pm 0,2$

Таблица 10. Показатели легкости чтения (удобочитаемости) и понимаемости текстов современных изданий и 60–80 гг. выпуска в сравнении ($M \pm m$)

Показатель	Формула для определения	Возраст, лет	Допустимое значение	Источник данных
Показатели удобочитаемости (легкости чтения)				
Индекс Флеша	$206,835 - (1,3 \times ASL) - (60,1 \times ASW)$, где ASL — средняя длина предложения (число слов, деленное на число предложений); ASW — среднее число слогов в слове (число слогов, деленное на число слов)	7–8	96–100	Flesch R. [19] Оборнева И.В. [6]
		8–10	91–95	
		11–13	81–90	
		14–16	60–70	
Индекс Колемана–Лиану	$5,89 + x/k + 30s/k - 15,8$, где x — общее число символов в тексте, k — общее число слов в тексте, s — число предложений в тексте	7–8	2–4	McLaughlin G.H. [20] Chall J.S. [21] Оборнева И.В. [6]
		8–10	5–7	
		11–13	8–10	
		14–16	11–13	
Показатели понимаемости				
Показатель Фога (Ганнинга)	$0,4 [0,78 (\text{слов} / \text{предложений}) + 100 (\text{число сложных слов} / \text{число слов})]$	7–8	4–5	Gunning R. [22]
		8–10	5–6	
		11–13	7–8	
		14–16	9–10	
Индекс Флеша–Кинкэйда	$0,39a + 11,80b - 15,59$, где i — показатель Флеша, a — средняя длина предложений по числу слов, b — среднее число слогов в слове	7–8	1–2	Flesch R. [19] Оборнева И.В. [6]
		8–10	2–3	
		11–13	4–6	
		14–16	7–9	
Индекс Маклаулина «SMOG»	$1,0430 \times \sqrt{\frac{L}{S}} \times \sqrt{I} + 1,1291$, где L — слова из 3 и более слогов, I — среднее число многосложных слов, S — число предложений в тексте	7–8	7–8	Fitzsimmons. P. [23] Оборнева И.В. [6]
		8–10	8–10	
		11–13	11–13	
		14–16	14–16	

Обсуждение

Значимым фактором напряженности учебной деятельности является удобочитаемость и понимаемость детьми текстов школьных учебников, объективно оцениваемые с помощью показателя Флеша и индекса Фога.

Индекс Фога рассчитывают на основании анализа текста, он позволяет определить среднюю длину предложений, число слов, состоящих из трех и более слогов, т.е. качество восприятия текста. По данным индекса можно также определить, каков необходимый образовательный уровень для усвоения данного материала [24]. Люди с высшим образованием способны воспринимать тексты с индексом 16, в то время как индекс Фога большинства любовных романов составляет 7–8. Сложность языка газет соответствует уровню 8-го класса средней школы. Индекс Фога первоначально предназначался для англоязычных целей, а затем был скорректирован для русского языка [17, 25].

Формула читаемости Флеша (Flesch readability formula) прогнозирует легкость чтения письменного материала. Она также позволяет определить среднюю длину предложений и среднюю длину слов. Чем меньше индекс, тем сложнее воспринимается текст [9, 26, 27].

Индекс Фога и формула Флеша позволяют судить о том, будет ли материал воспринят целевой аудиторией [17].

Имеются также отдельные работы, связанные с построением математических моделей оценки и анализа англоязычных текстов по различным параметрам [8, 28]. Ряд работ посвящен использованию частотного анализа для обоснования структуры учебного содержания [8, 14, 29].

Кроме того, гигиенисты изучали школьные учебники с помощью индекса сложности учебного текста по Н.П. Гребняку, который рассчитывается по формуле [26]:

$$I_c = D_{cp} \times \lg D_c,$$

где D_{cp} — средняя длина слова (в слогах); D_c — средняя длина предложений (в словах).

Также установлено, что из-за отклонений в весе, шрифтовом оформлении основного текста, высокой компонентной сложности и абстрактности учебники являются фактором риска формирования патологии зрения, нервной и костно-мышечной системы среди учащихся образовательных учреждений [29, 30].

Отсутствие четких гигиенических критериев оценки учебных текстов заставляет авторов учебников ориентироваться больше на свою интуицию, чем на научные разработки гигиены. Тексты учебников пишутся авторами сообразно своему стилю и уровню образования. По показателю Флеша эти тексты доступны читателю, имеющему уровень образования немногим ниже уровня образования автора, при этом не учитываются возрастные особенности детей (индекс Флеша–Кинкэйда 21,8–22,1, что практически соответствует уровню учащегося магистратуры). В связи с этим нами были разработаны и предложены методы и технология гигиенической оценки учебных текстов с помощью наиболее значимых показателей.

Возможность понимания учебников для начальных классов (по индексу Фога) составляет $4,4 \pm 0,2$ балла и соответствует возрастным особенностям. Показатель легкости чтения этих учебников составляет $53,8 \pm 2,9$ балла — меньше возрастной нормы, и работа с ними повышает

физиологическую «стоимость» учебной деятельности детей младшего школьного возраста.

Предлагается использовать также дополнительные показатели:

- индекс Маклаулина SMOG (определяет меру неопределенности текстового материала);
- индекс Флеша–Кинкэйда (используется специально для детей и определяет возраст ребенка, в котором текст доступен для понимания — как правило, применяется при тестировании);
- индекс Колемана–Лиау (необходим для изучения читаемости школьных учебников в США);
- ARI (автоматизированный индекс читаемости — используется в США для определения понимаемости юридических документов);
- формула читаемости Дейл–Чал (нужна для определения трудности отдельных текстов для студентов).

Все эти методы основаны на частотном анализе текста [9, 10, 26].

По показателю Флеша только немногие исследуемые нами учебные издания соответствовали уровню среднего и старшего школьного возраста. Анализ показателей удобочитаемости в учебниках по разным предметам показал, что индекс Флеша составил от 17,2±3,1 для учебников по биологии и 21,3±4,1 для книг по физике до 29,8±2,3 для учебников по истории, что не соответствует возрастным показателям. Индекс Колемана–Лиау равен 18,8±0,2 для учебников по истории, 19,5±0,3 — по физике, что также не соответствует допустимому диапазону. Сложность понимания учебных текстов по индексу Фога имела тенденцию к снижению в 5–6-х классах и приближалась к соответствию возрастным нормам. Индекс Флеша–Кинкэйда составил 20,7±0,5 для учебников по истории, 22,6±0,8 — для книг по физике и 23,3±0,7 — для изданий по биологии, что также не соответствует возрастным нормам. Индекс Маклаулина SMOG имел значения меньше, чем принято для данной возрастной аудитории.

Сравнение удобочитаемости и понимаемости текстов учебников 60–80-х гг. XX в. и современных изданий не

продемонстрировало достоверных различий, что свидетельствует об одинаковой сложности для обучающихся старых и современных учебников. Существующее мнение по поводу лучшей понимаемости старых учебников, скорее всего, говорит лишь о разнообразии форм и стилей современной учебной литературы, в которых школьным учителям зачастую трудно разобраться.

Удобочитаемость и понимаемость детьми текстов школьных учебников — значимый фактор напряженности учебной деятельности. Они могут быть оценены с помощью предложенных показателей, что целесообразно для объективной гигиенической оценки напряженности учебной деятельности детей.

В связи с внедрением в систему образования электронных учебников и приложений к ним также уместна оценка удобочитаемости и понимаемости детьми текстов на различных носителях (мониторах, ридерах и др.).

Заключение

Оценка удобочитаемости учебников по показателям легкости чтения текста и его понимания свидетельствует о том, что при создании современных учебников не учитывают возрастные особенности обучающихся.

Удобочитаемость (легкость) и понимаемость текстов учебников 60–80-х гг. прошлого столетия не отличаются от аналогичных показателей современных изданий.

Обоснованные гигиенические критерии оценки учебных текстов легли в основу разработанных методов и технологии гигиенической оценки удобочитаемости и понимаемости текстов учебников как фактора напряженности учебной деятельности.

Конфликт интересов

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования / конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов А.А., Кучма В.Р., Текшева Л.М. Чтение, компьютер и здоровье. *Социальная педиатрия и организация здравоохранения*. 2008; 7; 1: 21–25.
2. Кучма В.Р., Текшева Л.М., Вятлева О.А., Курганский А.М. Особенности восприятия информации с электронного устройства для чтения (ридера). *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2012; 1: 39–46.
3. Микк Я.А. Методика измерения трудности текста. *Вопросы психологии*. 1975; 3: 147–155.
4. Микк Я.А. Факторы, определяющие время прочтения слова в связанном тексте. *Вопросы психологии*. 1979; 3: 125–128.
5. Микк Я.А. Оптимизация сложности учебного текста. *М.: Просвещение*. 1981. 119 с.
6. Оборнева И.В. Автоматизация оценки качества восприятия текста. *Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования*. 2005; 5: 86–91.
7. Текшева Л.М. Разработка и научное обоснование универсального показателя для экспресс-оценки удобочитаемости. *Гигиена и санитария*. 2007; 2: 52–54.
8. Flesch R. Why Johnny still can't read A new look at the scandal of our schools Rudolf Flesch. Forew. by M.L. Burkhardt. *New York etc.: Harper & Row*. 1981. XXII. 191 p.
9. Мацковский М.С. Проблемы читабельности печатного материала. В кн.: *Смысловое восприятие речевого сообщения в условиях массовой коммуникации. М.: Наука*. 1976. С. 126–142.
10. Методика исследования восприятия информации. В кн.: *Сборник научных трудов*. Под ред. Б.М. Фирсова. *Л.: НИИ ООБ АПН СССР*. 1972. 152 с.
11. Окладникова С.В. Анализ существующих методов оценки качества тестовых материалов. *Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии*. 2008; 1 (1): 77–82.
12. Окладникова С.В. Методика расчета базовых показателей читабельности тестовых материалов на основе экспертных оценок. *Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии*. 2009; 3: 85–89.
13. Окладникова С.В. Формирование системы весовых коэффициентов интегрального критерия, оценивающего фактическую сложность формулировок тестовых заданий. *Вестник компьютерных и информационных технологий*. 2009; 6: 46–50.
14. Ткачук Е.А., Филиппов Е.С., Ямщикова О.А. Оценка информационно-психологической безопасности школьных учебников с помощью показателя Флеша и индекса Фога. *Сибирский медицинский журнал*. 2012; 109 (2): 98–100.
15. Окладникова С.В. Модель комплексной оценки читабельности тестовых материалов. *Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии*. 2010; 3: 63–71.

16. Flesh R. The art of readable writing. *New York: Harper & Row*. 1974. 187 p.
17. Галяшина Е.И. Методологические основы судебного речеведения. Автореф. дис. ... докт. филол. наук. М. 2003. 48 с.
18. Истратова О.Н. Психодиагностика: коллекция лучших тестов: психологический практикум. 7-е изд. *Ростов-на-Дону: Феникс*. 2010. 375 с.
19. Flesch R. A new readability yardstick. *J. Appl. Psychol.* 1948; 32: 221–233.
20. McLaughlin G.H. SMOG grading-a new readability formula. *J. Reading*. 1969; 22: 639–646.
21. Chall J.S., Bissex J.L., Conard S.S., Sharples S.H. Qualitative assessment of text difficulty: A practical guide for teachers and writers. *Cambridge MA: Brookline Books*. 1996. 221 p.
22. Gunning R. The Technique of Clear Writing. *New York: McGraw-Hill*. 1952 P. 36–37.
23. Fitzsimmons P., Michael B., Hulley J., Scott G. A readability assessment of online Parkinson's disease information. *J. R. Coll. Physicians Edinb.* 2010; 40 (4): 292–296. Doi:10.4997/JRCPE.2010.401.PMID21132132.
24. Кутузов А.Б. Методики определения сложности текста в рамках переводческого анализа. *Вестник Нижегородского государственного лингвистического университета им. Н.А. Добролюбова*. 2009; 4: 30–36.
25. Белянин В.П. Психолингвистика: Учебник. 2-е изд. М: *Флинта: Московский психолого-социальный институт*. 2004. 232 с.
26. Гребняк Н.П., Агаркова Л.Д. Санитарно-эпидемиологические характеристики среды детских дошкольных учреждений. *Гигиена и санитария*. 2000; 6: 46–48.
27. Микк Я.А. Понятность учебного текста и связи в нем. В кн.: Советская педагогика и школа. Вып. 2. *Тарту*. 1970. С. 5–72.
28. Сохор А.М. Логическая структура учебного материала. М.: *Педагогика*. 1974. 192 с.
29. Валеева Э.Р., Степанова Н.В. Адаптация школьников к учебной нагрузке. Гигиеническая наука и практика на рубеже XXI века. В кн.: Материалы IX Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. Т. 2. М. 2001. С. 291–292.
30. Валеева Э.Р., Хамитова Р.Я. Гигиеническая оценка учебников образовательных учреждений различного типа. *Гигиена и санитария*. 2006; 3: 64–67.

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Кучма Владислав Ремирович, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, заместитель директора Научного центра здоровья детей по научной работе, директор НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков Научного центра здоровья детей

Адрес: 105064, Москва, Малый Казенный пер., д. 5, стр. 5, **тел.:** +7 (495) 917-48-31, **e-mail:** vrkuchma@mail.ru

Ткачук Алёна Анатольевна, кандидат медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и физической культуры Иркутского института повышения квалификации работников образования Иркутской области

Адрес: 664007, Иркутск, ул. Красноказачья, д. 10а, **тел.:** +7 (3952) 20-99-07, **e-mail:** zdorowie38@gmail.com