

УДК 004.9

DOI: 10.15587/2313-8416.2018.149506

ОЦЕНИВАНИЕ УДОБОЧИТАЕМОСТИ УЧЕБНИКОВ НА АЗЕРБАЙДЖАНСКОМ ЯЗЫКЕ

© Р. М. Алгулиев, И. Дж. Садыгов

В настоящей статье рассматривается методика оценивания сложности учебных пособий для средних школ Азербайджана с помощью формул удобочитаемости, модифицированных для азербайджанского языка. Анализируется динамика изменения уровня удобочитаемости учебников при переходе от младших классов к старшим, а также соответствие сложности учебных материалов возрастным особенностям обучающихся

Ключевые слова: формулы удобочитаемости, формула легкости чтения Флеша, формула уровня образования Флеша-Кинкейда

1. Введение

Известный азербайджанский просветитель Аббас-Кули-ага Бакиханов в 1836 году, в предисловии к своей книге «Китаб-е-Насаих» («Книга наставлений») жаловался на учебники по воспитанию и обучению: *«Я не видел ни одного учебника с легким для восприятия языком и содержанием. Доступные книги настолько трудны и непонятны, что не только дети, сами учителя не понимают их смысла, некоторые предложения настолько длинные, что они трудны для изучения и понимания»* [1, 2]. Другими словами, Бакиханов связывал сложность текстов со слишком длинными предложениями и большим количеством сложных (трудных и непонятных) слов. Интересно отметить, что в 1920-х годах исследователи в Соединенных Штатах нашли способ для определения сложности текста по трудности слов и длине предложений [3].

2. Литературный обзор

В Азербайджане абсолютное большинство школьных учебников советской эпохи были переводами с русского языка. Поэтому проблема сложности учебных текстов в тот период не была столь актуальной.

После обретения независимости в 1991 году Азербайджан начал готовить свои учебники, в первую очередь по гуманитарным и постепенно другим дисциплинам. Только в 1992–1993 учебном году были подготовлены и изданы 84 новых учебников. В 2005 году в Азербайджане начался новый этап в области работы с учебниками. Так, в документе «Политика по учебникам в системе общего образования» [4], подготовленным в том же году, изложены основные принципы учебниковой политики в Азербайджанской Республике, основные требования к содержанию учебников, язык учебников, электронные учебники и другие вопросы. Одним из основных новшеств является то, что новые учебники оцениваются не формально, на основе субъективных соображений, а на основе утвержденных конкретных критериев. Начиная с 2008 года учебники и учебные материалы, разработанные на основе новых предметных программ (*курурикулумов*) и оцененные по новым критериям,

являются шагом вперед в решении указанной проблемы. Однако, на наш взгляд, этого недостаточно для полного разрешения проблемы, поскольку среди критериев оценки учебников не предусмотрен статистический анализ текстов и математическая оценка их сложности [5].

Правда, существуют математические модели для оценки сложности любого текста, особенно учебных текстов с учетом возрастных особенностей школьников. Однако эти модели, с одной стороны, в основном предназначены для текстов на английском языке, а, с другой стороны, применение некоторых из этих моделей нецелесообразно без соответствующего программного обеспечения [3, 6, 7]. Поэтому адаптация существующих математических моделей к текстам на азербайджанском языке и разработка соответствующего программного обеспечения для этих моделей является одним из наиболее важных вопросов.

3. Цель и задачи исследования

Цель исследования – объективно оценить соответствие учебников, используемых в настоящее время в средних школах Азербайджана, возрастному уровню учащихся, с помощью модифицированных формул удобочитаемости для текстов на азербайджанском языке, и соответствующего программного обеспечения.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Обоснование необходимости модификации наиболее популярных формул удобочитаемости для оценки сложности текстов на азербайджанском языке;

2. Обоснование необходимости использования автоматизированных технологий для облегчения использования формул удобочитаемости при оценивании текстов;

3. Оценка удобочитаемости учебников на азербайджанском языке с помощью программного обеспечения и их соответствия возрасту учеников;

4. Наблюдение за изменениями в сложности текстов по каждому предмету по мере перехода в старшие классы.

4. Формулы удобочитаемости для текстов на азербайджанском языке

Для обозначения уровня сложности текста и степени его восприятия используется термин «удобочитаемость» (англ. «*readability*»). Для оценки удобочитаемости создано немало математических моделей, большинство из них представлены в виде математических формул. Эти формулы называют *формулами удобочитаемости (readability formulas)*. В научной и популярной литературе используются также термины *тесты удобочитаемости (readability tests)*, *показатели удобочитаемости (readability metrics)*. Хотя для англоязычных текстов были разработаны сотни формул удобочитаемости, только некоторые из них получили популярность.

Первые формулы удобочитаемости для текстов на азербайджанском языке были получены в результате модификации двух известных формул для английских текстов. Эта – формула легкости чтения по Флешу и формула уровня образования по Флешу-Кинкейду [8, 9].

В формуле легкости чтения по Флешу (*Flesch Reading Ease Formula*), как факторы, которые влияют на «легкость чтения», используются две переменные – средняя длина предложений (СДП) и средняя длина слова (СДС):

$$K_{en} = 206.835 - 1.015 \times S - 84.6 \times W, \quad (1)$$

где K_{en} – показатель сложности (легкости чтения) текста, S – средняя длина предложений (соотношение числа слов в тексте, к числу предложений), а W – средняя длина слова в слогах (соотношение слогов в тексте к числу слов).

Для удобства применения формулы предлагается такая методика: выбирается 100 слов в любом тексте и вычисляется средняя длина предложений и среднее число слогов.

Легкость чтения может меняться от 0 (очень трудный текст) до 100 (очень простой текст). То есть чем выше значение, тем проще понять текст (табл. 1).

Таблица 1

Значения легкости чтения по Флешу

Значения легкости чтения (К)	Описание
0–29	очень трудный текст
30–49	трудный текст
50–59	достаточно трудный текст
60–69	средний текст
70–79	достаточно простой текст
80–89	простой текст
90–100	очень простой текст

Следует отметить, что теоретически легкость чтения может быть вне указанного интервала. Так, самый высокий показатель удобочитаемости (самый простой текст) может составлять около 120. Например, каждое предложение такого текста состоит из двух односложных слов. Показатель удобочитаемости теоретически не имеет нижнего предела (самое низкое значение), поскольку его можно произвольно уменьшить, добавив в текст произвольное количество многосложных слов.

Другая широко используемая формула удобочитаемости – *показатель уровня образования по Флешу-Кинкейду (Flesch-Kincaid Grade Level Formula)* – это усовершенствованная версия формулы легкости чтения Флеша. Значение, полученное от применения этой формулы, по сути, указывает не на читабельность текста, а на то, на какой уровень образования (на какой класс) рассчитан этот текст. Формула такова:

$$GL_{en} = 0.39 \times S + 11.8 \times W - 15.59 \quad (2)$$

Результат применения формулы (GL_{en}) указывает на соответствующий уровень образования. Например, индекс 8.2 означает, что текст будет пониматься учеником среднего уровня, который учится в 8-м классе (обычно 12–14 лет). Как видно из фор-

мулы, чем меньше количество слов в тексте и слогов в словах, тем меньше полученное значение. Другими словами, текст может быть понят читателями более младшего возраста.

Следует иметь в виду, что обе формулы были получены экспериментальным путем для текстов на английском языке. Чтобы применить эти формулы к текстам на азербайджанском языке, коэффициенты переменных S и W должны быть скорректированы, так как по морфологическому строю азербайджанский язык, в отличие от флективного английского, является синтетический (агглютинативный). Средняя длина предложения на этом языке меньше, чем на английском, а средняя длина слов, наоборот, больше. Для определения соотношения параметров средней длины предложений и средней длины слов в двух языках использовалась следующая методология [9].

Сначала для различных текстов на азербайджанском языке и соответствующих им оригиналам на английском языке были рассчитаны статистические показатели и соотношение значений интересующих нас параметров по обоим языкам. Далее, после выведения среднего значения этих параметров, было определено, в какой степени должны быть скорректированы соответствующие коэффициенты в формуле Флеша. Для обеспечения высокого уровня содер-

жания и стиля использовались литературные тексты на английском языке известных авторов и соответствующие им переводы на азербайджанский язык. Однако, поскольку художественные произведения и их переводы в значительной степени зависят от стиля писателя и переводчика, аналогичные исследования были проведены также для различных академических текстов, взятых с портала *azerbaijan.az* и официального сайта Президента Азербайджанской Республики (*www.president.az*) и для их переводов на английский язык. Для того чтобы сделать исследования более комплексными, были рассмотрены статистические показатели отдельных предложений на английском языке и их переводов на азербайджанский язык.

Исследования показали, что английские слова содержат слогов в 1.91 раза меньше, чем азербайджанские. Предложения в текстах на английском языке длиннее азербайджанских в 0.77 раза [9, 6]. Таким образом, коэффициент средней длины предложения (S) в формуле (1) скорректирован в 0.77 раза, а коэффициент средней длины слова (W) – в 1.91 раза. В результате **формула легкости чтения Флеша для текстов на азербайджанском языке** приняла вид:

$$K_{az} = 206.835 - 1.318 \times S - 44.3 \times W; \quad (3)$$

Таким же образом адаптирована для текстов азербайджанского языка и формула Флеша-Кинкейда. В результате **формула уровня образования Флеша-Кинкейда для текстов на азербайджанском языке** приняла следующий вид:

$$GL_{az} = 0.51 \times S + 6.18 \times W - 15.59 \quad (4)$$

5. Показатели удобочитаемости азербайджанских учебников

Вопрос сложности языка учебников, их соответствие возрасту учеников всегда находились в центре внимания исследователей, поскольку учебники являются основным источником и для преподавания, и для обучения. Правда, сложность языка учебника не всегда обуславливает успеваемость ученика. Трудолюбивый и талантливый ученик усердно работает над сложными учебниками и добивается хороших результатов. Роль опытных учителей в этой работе также немаловажна. Однако нет сомнений в том, что учебники, особенно языковые и литературные, играют важную роль в приобретении базовых языковых навыков и в развитие способностей учащихся. А основным источником для выполнения этой функции являются тексты в учебниках. Потому что все языковые навыки, необходимые для учащихся (чтение, письмо, речь, слушание и грамматика), пытаются получить из этих текстов.

Первые исследования по оценке сложности текстов начали проводиться в Соединенных Штатах и первые формулы удобочитаемости появились там. Первыми, кто извлек пользу из применения этих формул, стали школьные учителя и библиотекари. Так, выбор подходящих для образовательного процесса учебников, уровни удобочитаемости, которые

оценены, значительно облегчил работу учителей. В то же время результаты по другим книгам (особенно художественным), которые оценены уровни удобочитаемости, были отправлены в библиотеки, чтобы библиотекари могли давать советы читателям при выборе подходящих книг. Более того, уже на протяжении многих лет в издательствах США оценивают сложность рукописей с помощью этих формул и на основании полученных оценок возвращают авторам чрезмерно сложные рукописи.

Основными областями применения формул удобочитаемости и для других языков были учебники. Формулы, разработанные в бывшем Советском Союзе для оценки сложности текстов, также в основном применялись к учебным текстам [7]. Первыми областями применения формул удобочитаемости, разработанными для турецкого языка, также были учебники [10, 11].

История учебников на родном языке в Азербайджане начинается в XVII веке. Долгое время книга, написанная на родном языке Саиба Тебризи, жившем в XVII веке, использовалась в школах как учебник. Позднее Аббас-Кули-ага Бакиханов и Сеид Азим Ширвани предприняли попытку подготовить учебники и использовали свои рассказы и стихи в качестве учебных материалов в школах и медресе. Недавние исследования показали, что первые книги «Азбука» и «Чтение» на азербайджанском языке были опубликованы в Тифлисе в 1839 году.

В конце девятнадцатого и начале двадцатого века во вновь открывшихся школах одной из самых важных проблем для просветителей того времени были учебники. Видные просветители Азербайджана, такие как Мирза Фатали Ахунзаде, Гасан-бек Зардаби, Таги Сидги, Султан Меджид Ганизаде, Фирудин-бек Кочарли, Хашим-бей Везиров, Рашид бек Эфендиев, Махмуд-бек Махмудбеков, Джалил Мамедкулизаде, Нариман Нариманов, Аббас Саххат и другие, требовали качественных учебников в школах. Зардаби писал: «Нет учебника, подходящего для возраста и уровня знаний детей. Дети читают книги поэтов. Они не подходят для обучения по родному языку. Вот почему необходимо создать учебники. По крайней мере, давайте подготовим их, используя и переведя существующие учебники из других языках...».

После восстановления государственной независимости в Азербайджане были созданы исторические возможности и условия для повышения уровня общего образования, особенно для подготовки учебников и учебных материалов на основе национальной государственности и общечеловеческих ценностей. Закон «О восстановлении Азербайджанского алфавита на основе латинской графики», принятый Указом Верховного Совета Азербайджанской Республики от 25 декабря 1991 года, требовал публикации учебников и другой учебно-методической литературы для общеобразовательных школ на латинской графике.

В 2008–2009 учебном году обучение в 1-м классе средних школ в Азербайджане началось по новым учебникам, подготовленным в соответствии с Национальным kurikulumом. В 2019 году школь-

ники, обучающиеся по учебникам нового поколения, завершают полное среднее образование. Но, к сожалению, в течение прошедших 11 лет национальное оценивание по различным предметам практически не проводилась. Отсутствие всеобъемлющего национального оценивания не позволяет нам делать обоснованные высказывания о том, существует ли связь между сложностью учебников и успеваемостью учащихся по определенным предметам или темам. Поэтому, говоря о сложности учебников, вывод был сделан не по результатам экспертной оценки учебников или оценки успеваемости учащихся, а основываясь на «общественном мнении, наблюдениях и отзывах, результатах проведенного мониторинга». «В то же время наблюдения и отзывы, проведенный мониторинг показывают, что содержание учебников по-прежнему остается тяжелым. Во многих случаях,

авторы и издательства стремятся включить в учебник больше информации, не учитывая возраст и особенности учеников. В результате мы не имеем учебников, ориентированные на школьника.»

Поэтому, в данном случае, единственную объективную оценку того, насколько учебники, используемые в общеобразовательных школах, соответствуют возрасту учеников можно сделать на основе формулы удобочитаемости.

Для автоматизации процесса вычисления статистических показателей и оценки удобочитаемости текстов на азербайджанском языке в рамках этого исследования был разработан веб-сайт www.oxunabilir.az.

В приведенной ниже таблице представлен уровень читабельности отдельных текстов из учебников, используемых в начальной общеобразовательной школе в 2017–2018 учебном году (табл. 2).

Таблица 2

Индексы удобочитаемости текстов в учебниках начальных классов общеобразовательных школ

Название темы	Слов/ Предлож.	Слог/ Слов	K_{az} Флеша	G_{az} Флеша- Кинкейда
«Азербайджанский язык», 3-й класс. Фитне (Fitnə)	7.13	2.34	93.80	3
«Азербайджанский язык», 3-й класс. Десятичная система счисления (Onluq say sistemi)	10.00	2.26	93.35	3
«Азербайджанский язык», 4-й класс. Сокровище мудрости (Hikmət xəzinəsi)	12.11	2.39	85.20	5
«Азербайджанский язык», 4-й класс. Почему змеи танцуют (İlanlar niyə rəqs edir)	10.14	2.62	77.32	6
«Познание мира», 3-й класс. Грибы (Göbələklər)	8.50	2.97	64.03	7
«Познание мира», 3-й класс. Опасные природные явления (Təhlükəli təbiət hadisələri)	10.00	2.76	71.39	7
«Познание мира», 4-й класс. Географическая оболочка (Coğrafi təbəqə)	12.07	2.77	68.08	8
«Познание мира», 4-й класс. Конвенция по правам детей (Uşaq hüquqları konvensiyası)	11.59	3.01	58.14	9
«Информатика», 3-й класс. Ветвление (Budaqlanma)	8.09	2.69	76.96	5
«Информатика», 3-й класс. Папка (Qovluq)	8.00	2.73	75.50	5
«Информатика», 4-й класс. Электронная почта и Интернет (Elektron poçt və İnternet)	8.23	2.75	74.27	5
«Информатика», 4-й класс. Инструменты графического редактора (Qrafik redaktorun alətləri)	10.71	2.53	80.68	5
«Технология», 3-й класс. Вырезание узоров. Из истории ножниц (Naxışkəsmə. Qayçının tarixindən)	9.50	2.92	64.91	7
«Технология», 3-й класс. Технологические машины. Наземные и подземные транспортные средства (Texnoloji maşınlar. Yerüstü və yeraltı nəqliyyat vasitələri)	10.84	2.85	66.10	8
«Технология», 4-й класс. Технологии и средства обработки (Emal texnologiyaları və vasitələri)	12.82	3.06	54.21	10
«Технология», 4-й класс. Производственные предприятия и производство (İstehsalat müəssisələri və istehsal)	16.11	3.04	50.87	11
«Музыка», 4-й класс. Жанры азербайджанской народной музыки (Azərbaycan xalq musiqisi janrları)	13.17	2.80	65.55	8
«Музыка», 4-й класс. Арабская народная музыка в творчестве азербайджанских композиторов (Azərbaycan bəstəkarlarının yaradıcılığında ərəb xalq musiqisi)	19.50	2.75	59.31	11

Как видно из табл. 2, язык учебников «Азербайджанский язык» и «Информатика» практически

соответствуют возрасту учеников. Однако это нельзя сказать об учебниках «Познание мира», «Музыка»,

«Технология». Следует иметь в виду, что каждый текст имеет как длинные, так и короткие предложения, а также слова с разным количеством слогов, показатели в таблице отражают среднее значение по каждой теме. То есть, в каждом тексте могут быть предложения, сложность которых выше среднего. Например, читабельность следующих предложений, взятых

из учебника «Музыка» для 4-го класса, выходят не только из уровня класса, для которого он предназначен, но и из уровня средней школы (табл. 3). Некоторые предложения сложны даже для студентов ВУЗов. (Для оценки удобочитаемости предложений на русском языке, были использованы формулы, модифицированные И.В. Оборновой [12]).

Таблица 3

Читабельность некоторых предложений, взятых из учебника «Музыка» для 4-го класса

<p><i>«Türk fragmentləri» əsərinin I-ci hissəsində «Ninni» Azərbaycan xalq mahnısının melodiyasından istifadə olunsa da, bu melodiya marş xarakterində və simfonik orkestr tərəfindən səsləndiyi üçün daha təntənəlidir.</i></p> <p>(легкость чтения по Флешу: 44.53, уровень образованности Флеша-Кинкейда: 15)</p>	<p><i>Хотя в первой части произведения «Тюркские фрагменты» и была использована мелодия азербайджанской народной песни «Нинни», данное произведение, обладающее маршевым характером и исполняемое симфоническим оркестром, звучит более торжественно.</i></p> <p>(легкость чтения по Флешу: 23.44, уровень образованности Флеша-Кинкейда: 26)</p>
<p><i>Bir sıra xalqların bəstəkarlarının yaradıcılığında Azərbaycan xalq musiqi nümunələrindən istifadə edildiyi kimi, Azərbaycan bəstəkarlarının yaradıcılığında da digər xalqların musiqisi, onların həyat tərzı, o ölkələrin xarakterik xüsusiyyətləri öz əksini tapmışdır.</i></p> <p>(легкость чтения по Флешу: 17.38, уровень образованности Флеша-Кинкейда: 20)</p>	<p><i>Как и композиторы ряда стран, использовавшие в своём творчестве образцы азербайджанской народной музыки, в творчестве азербайджанских композиторов также нашли отражение музыка, образ жизни других народов, характерные особенности их стран.</i></p> <p>(легкость чтения по Флешу: 25.06, уровень образованности Флеша-Кинкейда: 21)</p>
<p><i>«Ruslan və Lyudmila» və «İvan Susanin» kimi iki möhtəzəm operanın müəllifi olan böyük rus bəstəkarı, professional rus operasının banisi Mixail Qlinka həm də gözəl simfonik əsərlərin, o cümlədən başqa xalqların mahnı və rəqsləri əsasında yazılmış «Araqon xotası» və «Madridə gecə» simfonik musiqi nümunələrinin müəllifidir.</i></p> <p>(легкость чтения по Флешу: 31.05, уровень образованности Флеша-Кинкейда: 23)</p>	<p><i>Великий русский композитор, основоположник профессиональной русской оперы Михаил Иванович Глинка, создавший такие грандиозные оперы, как «Руслан и Людмила» и «Иван Сусанин», также является автором прекрасных симфонических произведений. Созданные композитором симфонические музыкальные образцы «Арагонская хота» и «Ночь в Мадриде», написанные на основе песен и танцев других народов, являются неповторимыми жемчужинами музыкального искусства.</i></p> <p>(легкость чтения по Флешу: 21.71, уровень образованности Флеша-Кинкейда: 22)</p>

Теперь давайте исследуем, как индексы удобочитаемости учебников изменяются от класса к классу средней школы (классы 5–9). Для этого возьмем несколько фрагментов текста с начала, середины и конца каждого учебника. Это легко сделать в учебниках гуманитарных дисциплин, но не так просто

найти большие фрагменты текста, которые не имеют специальных символов, в таких предметах, как математика, физика, химия. Поэтому для оценивания в этих предметах были выбраны тексты, такие как определения терминов и понятий, условия задач. Результаты показаны в табл. 4 и на рис. 1.

Таблица 4

Показатели удобочитаемости учебников, используемых в 5–9 классах общеобразовательных школ Азербайджана в 2017–2018 учебном году

Предмет	Показатель	Класс				
		V	VI	VII	VIII	IX
Азербайджанский язык	СДП	9.63	10.79	12.36	13.02	14.38
	СДС	2.60	2.64	2.66	2.67	2.90
	Легкость чтения	78.98	75.76	72.81	71.56	59.24
Литература	СДП	9.75	9.44	9.92	8.99	13.70
	СДС	2.51	2.57	2.69	2.43	2.75
	Легкость чтения	82.85	80.47	74.42	87.20	67.04
Математика	СДП	12.17	13.32	15.93	13.65	13.61
	СДС	2.61	2.80	2.62	2.94	2.81
	Легкость чтения	75.27	65.29	69.94	58.62	64.50
Информатика	СДП	10.49	10.87	11.19	12.46	12.52
	СДС	2.71	2.84	2.89	2.90	2.92
	Легкость чтения	72.78	66.70	64.07	61.94	60.79
История Азербайджана	СДП	9.89	11.76	10.79	12.24	12.83
	СДС	2.85	2.84	3.00	2.84	3.00
	Легкость чтения	67.40	65.32	59.65	64.98	57.02
Физика	СДП		11.91	13.02	13.64	14.51
	СДС		2.88	2.73	2.97	3.01
	Легкость чтения		63.57	68.54	57.38	54.52
Химия	СДП			13.01	14.15	10.82
	СДС			2.83	2.90	3.06
	Легкость чтения			64.31	59.55	57.03
Биология	СДП		10.73	10.38	9.28	12.78
	СДС		2.91	2.86	2.88	2.96
	Легкость чтения		63.99	66.31	66.90	58.75
География	СДП		10.92	10.84	13.58	12.36
	СДС		2.79	2.89	2.95	2.91
	Легкость чтения		68.82	64.59	58.47	61.69

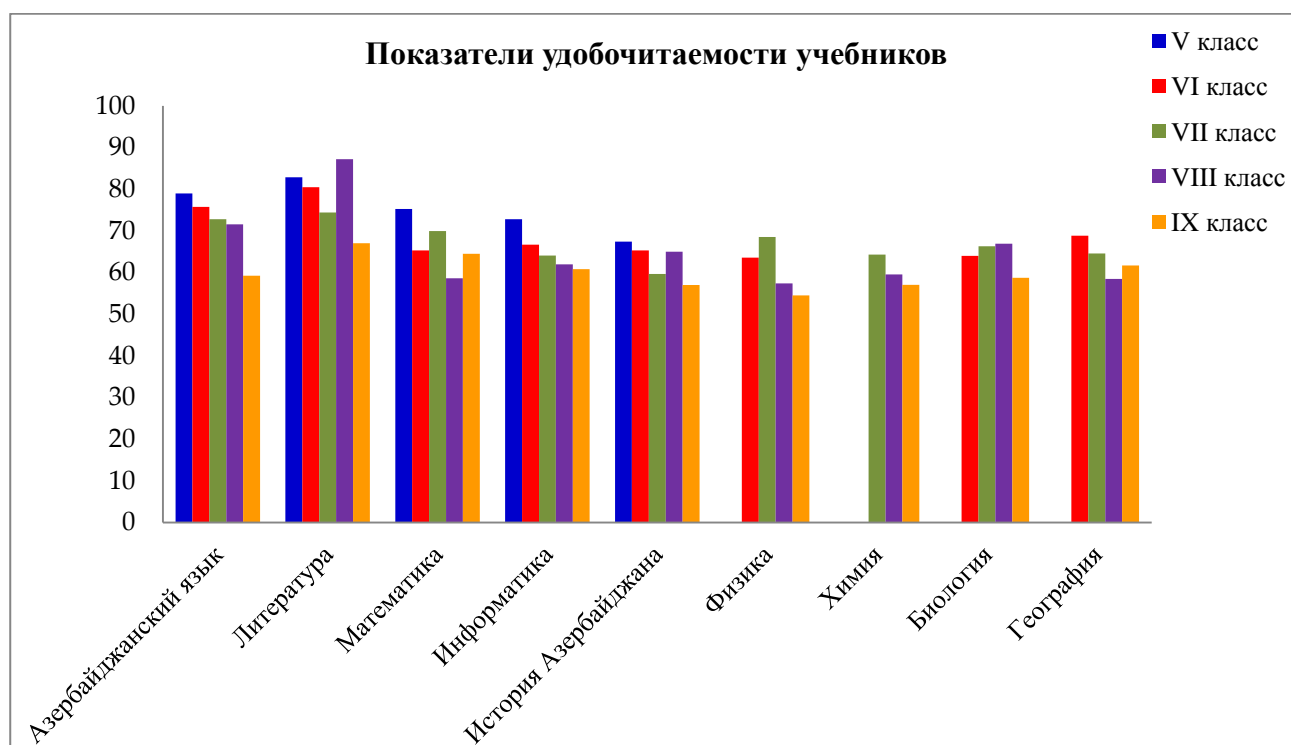


Рис. 1. Показатели удобочитаемости учебников, используемых в 5–9 классах общеобразовательных школ Азербайджана в 2017–2018 учебном году

Как видно из табл. 4, сложность текстов в учебниках «Азербайджанский язык» и «Информатика» возрастает от класса к классу общеобразовательных школ. Однако, хотя это увеличение равномерное в учебниках «Информатика», эта равномерность нарушена в учебниках «Азербайджанский язык» для 8-го класса (легкость чтения – 71.56) и для 9-го класса (легкость чтения – 59.24). Это, по-видимому, связано с тем, что учебники «Азербайджанский язык» для 5–7 классов и для 8–9 классов написаны разными группами авторов.

Тексты с самой высокой степенью удобочитаемости содержатся в учебниках «Литература». Это естественно, потому что в данных учебниках преобладают фрагменты из художественных произведений, а короткие диалоги в этих примерах обычно влияют на читабельность текстов. Однако, по нашему мнению, это необходимо исследовать на специальном исследовании этого вопроса: насколько уделяется внимание подбору текстов из художественных произведений, включенных в учебники «Литература», учитывая, какую огромную роль они играют в обогащении словарного запаса учащихся?

Что касается учебников «Математика», то здесь самый низкий показатель удобочитаемости имеет учебник для 8-го класса (легкость чтения – 58.62); для сравнения отметим, что этот показатель выше у учебника для 9-го класса – 64.50.

То же самое можно сказать и об учебниках «География». И здесь самый низкий показатель легкости чтения у учебника для 8-го класса (58.47). Другие показатели этого учебника – средняя длина предложения и средняя длина слова также выше, чем в 9-м классе. То есть, тексты в учебнике «География» для 8-го класса сложнее, чем для 9-го. Это, по-видимому, связано с группой авторов: авторы учебников 6, 7 и 9 классов и авторы учебника 8-го класса разные.

Как видно из таблицы, учебник «Химия» для 9-го класса имеет самый высокий показатель средней длины слова (3.06 слогов). Самые длинные предложения с точки зрения средней длины предложения – в учебниках «Математика» для 5, 6 и 7 классов (12.17, 13.32 и 15.93 слов, соответственно), «Химия»

для 8-го класса (14.15 слов) и «Физика» для 9-го класса (14.51 слов). Это, в некотором смысле, связано с терминологией этих дисциплин, но, на наш взгляд, в большей степени зависит от стиля письма авторов.

6. Результаты исследования

В рамках данной работы были получены следующие основные результаты:

– Некоторые тексты в учебниках «Познание мира», «Музыка» и «Технология» для начальной школы сложны не только для школьников, для которых они предназначены, но и для студентов, обучающихся по этим специальностям в вузах.

– Сложность текстов в учебниках «Азербайджанский язык», «Информатика» растет по мере перехода из класса в класс. Однако, если в учебниках «Информатика» наблюдается равномерный рост, то в учебниках «Азербайджанский язык» эта равномерность нарушается между 8-м и 9-м классами.

– Показатели удобочитаемости для учебников «Математика» и «География» для 8-го класса ниже, чем для 9-го класса. То есть тексты в учебниках по математике и географии 8-го класса сложнее, чем 9-го.

– Тексты с самой высокой степенью удобочитаемости содержатся в учебниках «Литература». Это естественно, потому что в данных учебниках преобладают фрагменты из художественных произведений и короткие диалоги в этих примерах обычно влияют на читабельность текстов.

7. Выводы

1. Формулы удобочитаемости дают возможность объективно оценить сложность учебных текстов;

2. Разработанное программное обеспечение облегчает применение формул удобочитаемости и дает возможность быстро оценить сложности любых, в том числе учебных текстов;

3. Удобочитаемость ряда текстов в некоторых учебниках для общеобразовательных школ Азербайджана не соответствует возрасту учеников;

4. По некоторым предметам по мере перехода в старшие классы наблюдается нарушение регулярного увеличения сложности текстов.

Литература

1. Абдуллаев А. С. Из истории преподавания азербайджанского языка. Баку: Маариф, 1966.
2. Садыгов И. Дж. Сложность текстов и способы их оценивания. Экспресс-информация. Серия «Информационное общество». Баку: издательство «Информационные технологии», 2012. 72 с.
3. DuBay W. H. The Principles of Readability. Costa Mesa: Impact Information, 2004. 72 p.
4. Марданов М. Дж., Шахбазлы Ф. Ш. Образовательная политика Азербайджана (1998–2005). Баку: Тахсил, 2005. 284 с.
5. Критерии оценки учебников. URL: <https://edu.gov.az/az/pdf/162/227>
6. Sadigov I. J. Mathematical and information models for evaluating readability of texts in Azerbaijani language // El-Cezeri Journal of Science and Engineering. 2018. Vol. 5, Issue 3. P. 888–903. doi: <http://doi.org/10.31202/ecjse.442153>
7. Микк Я. А. Оптимизация сложности учебного текста. Москва: Просвещение, 1981. 119 с.
8. Flesch R. A new readability yardstick // Journal of Applied Psychology. 1948. Vol. 32, Issue 3. P. 221–233. doi: <http://doi.org/10.1037/h0057532>
9. Sadigov I. Modified flesch formula for evaluating the complexity of texts in Azerbaijani language // Problems of Information Technology. 2018. Vol. 9, Issue 1. P. 41–52. doi: <http://doi.org/10.25045/jpit.v09.i1.05>
10. Зорбаз К. З. Оценивание длины слов-предложений и уровня удобочитаемости сказок в турецких учебниках // Eğitimde Kuram ve Uygulama. 2007. Т. 3, № 1. С. 87–101.
11. Дурукан Э. Связь между уровнями удобочитаемости текстов и навыками чтения учащихся // Ana Dili Eğitimi. 2014. Т. 2, № 3. С. 68–76.
12. Оборнева И. В. Автоматизированная оценка сложности учебных текстов на основе статистических параметров: дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2006. 165 с.

Расим Магамед оглу Алгулиев, доктор технических наук, профессор, директор, Академик Национальной Академии Наук Азербайджана, Отдел информационного общества, Институт Информационных Технологий Национальной Академии Наук Азербайджана
ул. Б. Вагабзаде, 9А, Баку, Азербайджан, AZ1141
E-mail: r.alguliev@gmail.com

Исмаил Джалал оглу Садыгов, старший научный сотрудник, Отдел информационного общества, Институт Информационных Технологий Национальной Академии Наук Азербайджана, ул. Б. Вагабзаде, 9А, Баку, Азербайджан, AZ1141
E-mail: ismayil.sadigov@gmail.com

УДК 519.21

DOI: 10.15587/2313-8416.2018.150342

СПОСІБ ПРОГНОЗУ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЧАВУННИХ ВАЛКІВ

© **В. М. Волчук, С. Г. Токосов**

Визначена робоча область багатопараметричної технології виробництва сортопрокатних чавунних валків. Побудована математична модель прогнозу механічних властивостей валків в залежності від їх хімічного складу. На основі аналізу отриманої моделі розрахована область компромісу механічних властивостей валків. Область компромісу дає можливість користувачеві прогнозувати комплекс механічних властивостей валків в рамках нормативних документів. Прогноз властивостей проводиться з урахуванням вимог замовника

Ключові слова: багатопараметрична технологія, чавунні валки, механічні властивості, хімічний склад, область компромісу

1. Вступ

В Україні близько половини всієї продукції, що експортується на ринки Європи, Америки, Азії припадає на вироби з металу. При цьому основна частка металопрокату виробляється з чавуну, значна частина якого припадає на багатотоннажні вилки, зокрема, прокатні валки. Від якості валків багато в чому залежить якість металопродукції, що випускається. Щоб витримати конкуренцію на світовому ринку готової металопродукції вітчизняні металургійні підприємства переходять на випуск валків з економнолегованих марок чавуну, що призводить до значного економічного ефекту в промислових масштабах. Однак слід зазначити, що оцінка характеристик якості безпосередньо на самому об'єкті призводить до значних матеріально-тимчасових витрат в межах їх масового виробництва та її не завжди можна технічно реалізувати, тому що це може привести до порушення цілісності валка. Крім того, технологія виробництва прокатних валків являється складною [1, 2]. Це підтверджується її багатопараметричністю та багатокритеріальною [3], оскільки на якість валкового чавуну значною мірою впливає велика кількість параметрів технології (хімічного складу, включаючи легуючі елементи і модифікатори, умови охолодження, товщини намазки форми, способу лиття та ін.), що визначають формування структури та пов'язані між собою [4, 5]. Навіть незначна зміна параметрів технології може привести до суттєвої зміни механічних і службових властивостей валків у широкому діапазоні [6].

2. Літературний огляд

Дослідження технології виробництва та експлуатації виробів з чавуну, зокрема прокатних валків [7–9], свідчить про те, що для ідентифікації цієї періодичної технології необхідно застосовувати системний підхід [10]. Застосування системного підходу базується на поетапному дослідженні технології та параметрів, що на неї впливають та пошуком шляхів підвищення критеріїв якості чавунних відливок [11]. Одним з підходів для вирішення задачі оперативної, необхідної для практичних цілей, оцінки їх якісних характеристик з мінімальними витратами, є методика, що заснована на створенні неруйнівних методів контролю [12]. Перспективним напрямком визначення характеристик якості матеріалів є створення математичних моделей прогнозу цих характеристик в залежності від параметрів технології [13] та з використанням експертних систем [14]. Зокрема, для оцінки структури та властивостей чавунних валків застосовують фрактальний формалізм [15].

Аналіз літературних джерел свідчить про те, що застосування фрактального формалізму в промислових масштабах ускладнюється персональною обробкою кожного зображення структури при визначенні фрактальних розмірностей її елементів. Тому для прогнозу механічних властивостей чавунних валків запропоновано підхід, що базується на даних натурних іспитів та статистично-експертній інформації.

3. Мета та задачі дослідження

Метою роботи є прогноз механічних властивостей чавунних валків з мінімальними матеріально-