

**Секция 6. ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**УДК 004.942, 37.022**

**Использование метода Кульбака-Лейблера  
в процессе оценивания учебных достижений**

*Ю.А. Алябышева<sup>1</sup>, А.А. Веряев<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> АлтГУ, г. Барнаул; <sup>2</sup> АлтГПУ, г. Барнаул

Цель настоящих материалов состоит в представлении и теоретическом обосновании возможности использования меры Кульбака-Лейблера (меры близости двух распределений друг к другу) в педагогике в процедурах оценивания учебных достижений обучаемых. Такая мера близости часто называется расстоянием между распределениями.

У читателя сразу может возникнуть вопрос о том, где и как в ходе учебного процесса возникают статистические распределения, которые нужно сравнивать и какое распределение брать за эталонное, отклонение от которого и предлагается количественно оценивать. Об этом речь пойдет дальше, а вначале остановимся на сути метода Кульбака-Лейблера и на общих вопросах проверки учебных достижений.

Пусть заданы два вероятностных распределения на одном и том же множестве событий:  $P(x)$ ,  $Q(x)$ . Мету или расхождение Кульбака-Лейблера распределения  $Q$  относительно  $P$  принято записывать как  $D_{KL}(P||Q)$  и определять [1]:

$$D_{KL}(P||Q) = \sum P(x) \log (P(x)/Q(x)) \quad (1)$$

Первый аргумент функционала (распределение  $P$ ) обычно интерпретируется как истинное или постулируемое априори распределение, второй (распределение  $Q$ ) - как проверяемое. Суммирование в формуле идет по всем событиям  $x$ . Распределение  $Q(x)$  служит приближением распределения  $P(x)$ . Значение функционала часто интерпретируют как расстояние между  $P$  и  $Q$ . Но нужно заметить, что  $D_{KL}(P||Q) \neq D_{KL}(Q||P)$ , а это нас устраивает в силу семантики и интерпретации предлагаемых ниже вероятностных мер, поэтому симметризация выражений для расстояния между  $P$  и  $Q$ , как это часто делается, не требуется. Выбор основания логарифма в формуле (1) непринципиален. Если основание равно 2, то безразмерное расстояние измеряют в битах. Расстояние Кульбака-Лейблера всегда неотрицательно и равно нулю в том случае, когда  $P=Q$ .

Метод Кульбака-Лейблера на практике используют в ряде задач, например, при определении авторства текста, распознавании голоса, в

медицине для диагностики патологических процессов, в психологии, в информатике для контроля сетевого трафика, распознавания образов, при изучении проблем информационного поиска и других. Приведем для примера только одну литературную ссылку для иллюстрации [2]. В тоже время нам неизвестны работы, в которых бы использовался указанный метод в педагогике.

Во всех прикладных работах используются информационные меры, одна из которых является эталонной, основной, базовой, и при этом вычисляется отклонение остальных информационных мер от основной. В этом плане педагогика может быть названа в качестве «образцовой» дисциплины, где есть много описаний того, что должен «знать», «уметь», чем должен «владеть» обучаемый и есть реальные обученные (иногда «недообученные»). Система оценивания в педагогике направлена на выявление соответствия образцу или степени уклонения от образца. Таким образом, метод Кульбака-Лейблера методологически соответствует педагогическим задачам. Проблема только заключается в том, чтобы предложить технологические процедуры, отвечающие на вопрос «как и что нужно сделать» для практической реализации метода.

Второй момент, на котором хотелось бы остановиться – это проблема оценивания учебных достижений, которой и будет посвящена работа. Рассмотрим оценивание в точки зрения оппозиции: «детерминизм – статистика». Это кажется весьма необычным, но на самом деле в учебном процессе практикуются два крайних метода оценивания и их интерференция. В первом предельном случае проверяется умение обучаемых выстраивать цепочки умозаключений. При этом предлагаются задачи, которые требуют знания разнообразных алгоритмов, схем, умение рассуждать логически и/или строго опираясь на модельные представления предметных областей. Деятельность обучаемых в этом случае должна быть фреймирована, мыслительные операции детерминированы. Обучаемые должны обладать познаниями в предметных областях и демонстрировать то, что называют логический, алгоритмический стили мышления, базирующиеся на знании фактов, законов, правил вывода. Компьютерное тестирование очень хорошо подходит для проверки таких образовательных результатов и достижений.

В то же время в ходе учебного процесса стремятся достичь и иных целей, которые можно описать таким словами, как «кругозор», «полнота» усвоенного материала, умение ориентироваться в определенном круге вопросов, компетентность. В этом случае требуется умение писать тексты, ориентируясь не только на модельные теоретические представления, но и на возможности по переносу усвоенного в другие сферы, умение использовать разнообразные семиотические системы

для ориентации в окружающей действительности. Для проверки такого типа обученности тестирование никак не подходит, оно просто не приспособлено для этого. По этой причине используют другие контролирующие задания: написание рефератов, курсовых работ, дипломных проектов. В целом, в таких текстах уже проявляются статистические закономерности и иные регулярности. Здесь в подтверждение сказанного уместно процитировать специалистов-лингвистов: «будучи целостной единицей, текст обнаруживает по отношению к своим структурным компонентам (сверхфразовым единствам/абзацам, высказываниям, тем более – словам) свойство неаддитивности: характеристики текста невыводимы полностью из признаков его составляющих; в первую очередь, передаваемое текстом значение несводимо к сумме значений компонентов» [3]. Ярким представителем таких статистических закономерностей является закон Ципфа [4]. Этот закон чаще всего используют в работах по наукометрии [5].

Закон Ципфа отражает эмпирическую закономерность в распределения частоты слов естественного языка. Если все слова достаточно «длинного» текста упорядочить по убыванию частоты их использования, то возникнет так называемое ранговое распределение, описываемое простой гиперболической формулой. Таким образом, случайное событие – это появление конкретного слова (вернее словоформы, термина) в тексте. При этом несложно перейти к вероятностной мере  $P$  или  $Q$ , которые упоминаются выше.

Сказанного достаточно, чтобы стал очевидным следующий алгоритм. Преподаватель отбирает корпус текстов (так это называется в лингвистике), которые должны отразить знания, необходимые для усвоения обучаемым по определенной теме, предмету. Эти эталонные тексты обрабатываются на частотность появления тех или иных словоформ. Список ранжируется. В полном наборе слов удаляются так называемые стоп-слова и редко встречающиеся («хвост» распределения), не отражающие содержание проверяемой предметной области. Из распределения Ципфа вырезается фрагмент слов, ранги которых лежат между  $n_1$  и  $n_2$ . На первом этапе без экспертных знаний и представлений, как и при любом оценивании, не обойтись. Таким образом, возникает эталонная мера  $P(x)$ . После представления своих текстов студентами или школьниками для проверки, эти тексты также подвергаются частотному анализу. После этого в представленных текстах ищутся и оставляются те же самые случайные события  $x_i$ , которые выбраны из корпуса текстов. Таким образом возникает мера  $Q(x)$ . Это дает возможность применения формулы (1) для сравнения эталонного текста и представленного обучаемыми для оценивания.

Сформированные вероятностные меры связаны с фрагментами тезаурусов: эталонного и проверяемого. Ясно, что расстояние от первого до второго не такое же, как от второго до первого. Термин «расстояние» скорее можно интерпретировать как некую трудоемкость деятельности по уравниванию фрагментов тезаурусов. В одном случае нужно что-то забыть, а во втором, наоборот, – усвоить.

Для практического применения алгоритма необходимо предварительное исследование, которое ответит на ряд вопросов: что значит «длинный текст», каковы должны быть оптимальными и приемлемыми  $n_1$ ,  $n_2$ . Есть некоторые проблемы с использованием синонимов, а также с отсутствием в проверяемых работах некоторых важных терминов (соответствующие вероятности в знаменателях в формуле (1) оказываются равны нулю). Последнее, впрочем, легко решается составлением списка понятий, которые в проверяемой работе не нашли отражения, и отказом от суммирования таких величин. Наконец, отдельного рассмотрения требует вопрос проекции полученных числовых значений расстояния Кульбака-Лейблера на используемую в учебных заведениях шкалу оценок. Проверка предложенного алгоритма может быть осуществлена в рамках выполнения студенческих дипломных проектов.

Даже если предложенный алгоритм не решит полностью поставленную задачу, он может выступить хорошим подспорьем для преподавателя, который должен прочитать и оценить сданный студентом или школьником текст (реферат, ВКР и т.п.). Машинный или компьютерный анализ может высветить проблемные места текста, на которые нужно будет обратить внимание в процессе чтения и его более детального анализа.

Особенностью данной работы является ее широкая междисциплинарность. Помимо отмеченных в тексте дидактики и информационных технологий, работа проектируется в такие предметные области, как Natural Language Processing (NLP), компьютерная лингвистика, проблемы стилеметрии в лингвистике, Text Mining, Education Data Mining, Learning Analytics и другие.

### **Библиографический список**

1. Кульбак С. Теория информации и статистика. – Москва: Наука, 1967. – 408 с.
2. Маннинг К., Рагхаван П., Шютце Х. Введение в информационный поиск. – Москва: Вильямс, 2011. – 528 с.
3. Касевич В.Б. Текст как целостность // Материалы XXIV Международной научной конференции Восточного факультета «Источниковедение и историография стран Азии и Африки» (СПбГУ, 10-12 апреля 2007). – Санкт-Петербург, 2007.

4. Закон Ципфа // [https://ru.wikipedia.org/wiki/Закон\\_Ципфа](https://ru.wikipedia.org/wiki/Закон_Ципфа) [дата обращения 19.05.2019].

5. Яблонский А.И. Модели и методы исследования науки. – Москва: Эдиториал УРСС, 2001. – 398 с.

## **УДК 004**

### **Разработка учебно-методических материалов по информатике в условиях билингвального обучения школьников**

*Г.О. Байрова, Ж.З. Жантасова*

*ВКГУ им С. Аманжолова, г. Усть-Каменогрск*

Термин «билингвальное обучение» в последнее время широко применяется в Казахстане. Билингвизм или двуязычие – это функциональное свободное владение двумя языками. Билингвальное образование – целенаправленный процесс, в котором используются два языка обучения, тем самым второй язык из учебного предмета становится средством обучения – часть учебных предметов преподается на втором языке [1].

Сегодня актуальность билингвального образования в Казахстане связана с ее глобализацией и интернационализацией. Иностранный язык нужен не как средство общения, а как средство профессиональной и познавательной сферы. В последнее время чаще ведется рассмотрение проблемы билингвального обучения, подтверждается актуальность и прогрессивность данной технологии. Обучение в условиях двуязычия признано многими учеными как одно из возможностей эффективного обучения иностранному языку в учебном заведении. Несмотря на целеполагание и понимание возможностей полиязычной подготовки школьников, число преподавателей, способных успешно решать подобные задачи, недостаточно. Настоящая ситуация такова, что необходимо методу CLIL пропустить через казахстанскую систему образования, чтобы оценить ее эффективность для наших обучающихся. И хотя преподаватели НИШ активно внедряют все компоненты CLIL, еще не получены качественные решения всевозможных трудностей, с которыми сталкиваются педагоги. Помимо исследований педагогов НИШ, в Казахстане открываются множество научно-методических центров по изучению проблем двуязычного обучения, создаются разные модели и проекты по его внедрению в системе образования учебных заведений различного ранга [2].