

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Buczowski P., Chartrand G., Poisson C., Zhang Ping.* In k-dimensional graphs find their bases. *Prijd. math. hung.* 2003, v. 46, 1, p. 9-15.
2. *Coxeter H.S.M.* Regular polytopes. N.Y.: Dover, 1973.

□ Авторы статьи:

Бирюков
Альберт Васильевич
- докт. техн.наук, проф., зав. каф.
высшей математики

Бирюков
Петр Альбертович
- канд.физ.-мат.наук, доц.каф.
алгебры и геометрии КемГУ

УДК 519. 21

А.В. Бирюков

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАМЕТКИ О МУЗЫКЕ

Применение статистического анализа в гуманитарных исследованиях и, в частности, в языкознании широко известно. В меньшей степени это относится к изучению музыкального творчества, где первые работы появились лишь в середине прошлого века [1-3].

Неожиданным открытием в филологии явился закон Ципфа [4], математическая формулировка которого имеет вид:

$$FR = 1 / \ln(1.78 \cdot N),$$

где F - относительная частота слова в данном тексте; R - ранг слова, т. е. номер его места в списке слов, расположенных в порядке убывания относительной частоты их употребления; N - общее количество различных слов в тексте.

В общем виде степенной закон гиперболического типа можно представить формулой

$$FR^m = C,$$

где m - положительный параметр, а C - некоторая константа.

Для закона Ципфа $m=1$, $C=1 / \ln(1.78 \cdot N)$. Константа

здесь обладает малой вариацией и при значениях N в интервале $(10^3, 10^4)$ изменяется от 0,08 до 0,06 со средним значением 0,07.

лыбельная» В. Моцарт; 7) «Мельник» Ф. Шуберта.

Результаты анализа приведены в таблице, где L - общее

Таблица

L	56	72	30	32	67	56	50
\overline{FR}	0,39	0,41	0,36	0,38	0,39	0,37	0,40
E	0,05	0,06	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03

В анализе музыкальных произведений с позиций закона Ципфа ограничимся мелодиями, для записи которых используются ноты одной октавы без наличия полутонов. При этом словами будем считать 7 нот октавы, занумерованные в порядке их следования числами от 1 до 7. Тогда $N=7$ и, следовательно, $FR=0.4$.

Рассмотрим следующие мелодии, удовлетворяющие названным ограничениям: 1) «Огонек» М. Блантера; 2) «В землянке» К. Листова; 3) «По долинам и по взгорьям» Д. Pokpacca; 4) «Меланхолическая серенада» П. Чайковского; 5) «Сурок» Л. Бетховена; 6) «Ко-

число нот мелодии, \overline{FR} - среднее значение произведения, E - размах значений FR

Проверка этих результатов по критерию Диксона показывает, что с вероятностью 0,99 различие между средними значениями \overline{FR} случайно. Поэтому константу C можно считать равной среднему из чисел \overline{FR} , т. е. равной 0,39, что практически совпадает с расчетным значением 0,40.

Проведенный анализ свидетельствует о правомерности закона Ципфа для музыкальных произведений в рамках сформулированных выше ограничений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Pinkerton R.* Information theory and melody. *Scient. Amer.* 194, № 2, 1956.
2. *Coden I.* Information theory and music. *Behav. Sci.*, 7, № 2, 1962.
3. *Заринов P.X* Кибернетика и музыка. М.: Наука, 1971.
4. *Шредер M.* Фракталы, хаос, степенные законы. М.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001.

□ Автор статьи:

Бирюков
Альберт Васильевич
- докт. техн.наук, проф.,
зав. каф. высшей математики