

Иллюзия звука: музыка, физика и мозг

Тарасов Валентин



«Наука вне себя»
Научно-
популярные
лекции
Организатор



«Newochem»
Перевод и озвучка
иностраннных статей
Диктор

Звук

Что такое звук?

Баран 1. **Физическое** определение:

звук — это вибрация, которая обычно распространяется как слышимая волна давления через среду, такую как газ, жидкость или твердое вещество.

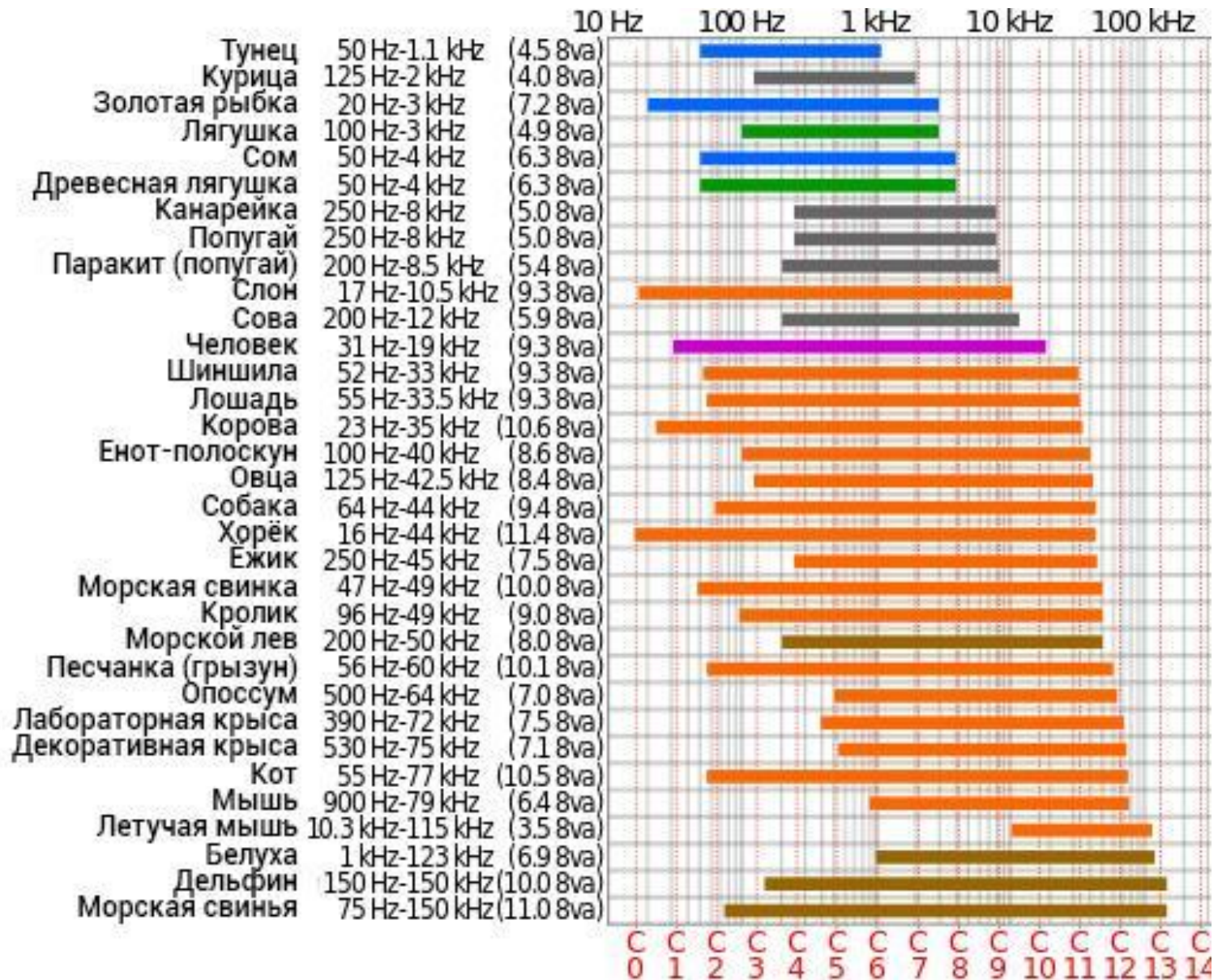
Баран 2. **Психофизическое** определение:

звук — это ощущение, вызванное стимуляцией слуховых нервов и/или слуховых центров головного мозга, обычно посредством вибраций, передаваемых в материальной среде, обычно в воздухе, воздействующей на орган слуха.

Дерево упало где-то далеко в
лесу.

Это звук или нет?

Слышимая



Смех крыс



Нога слона



Громкость

Занимательная математика

$$\text{дБ} = 10 \cdot \lg \frac{I}{I_0}$$

энергетически
е
величины
связаны через

$$\text{дБ SPL} = 10 \cdot \lg \frac{p^2}{p_0^2} \equiv$$

квадрат
силовые
величин
ы

$$\equiv 10 \cdot 2 \cdot \lg \frac{p}{p_0} \equiv$$

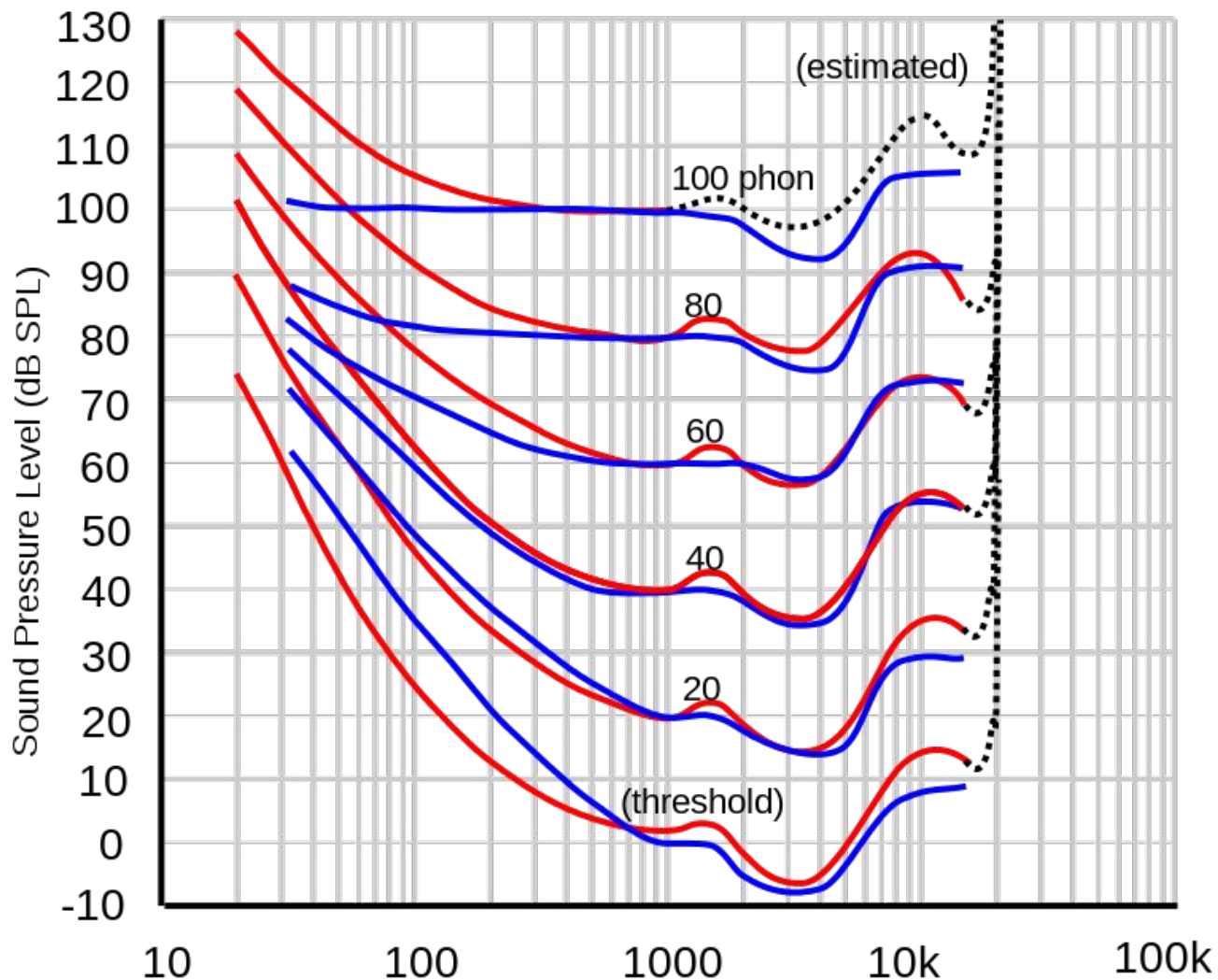
Магия вынесения квадрата
из-под логарифма

$$= 20 \lg \frac{p}{20 \text{ мкПа}}$$

Давление любого
звука

Порог
слышимости
на частоте 1000 Гц

Кривые равной громкости

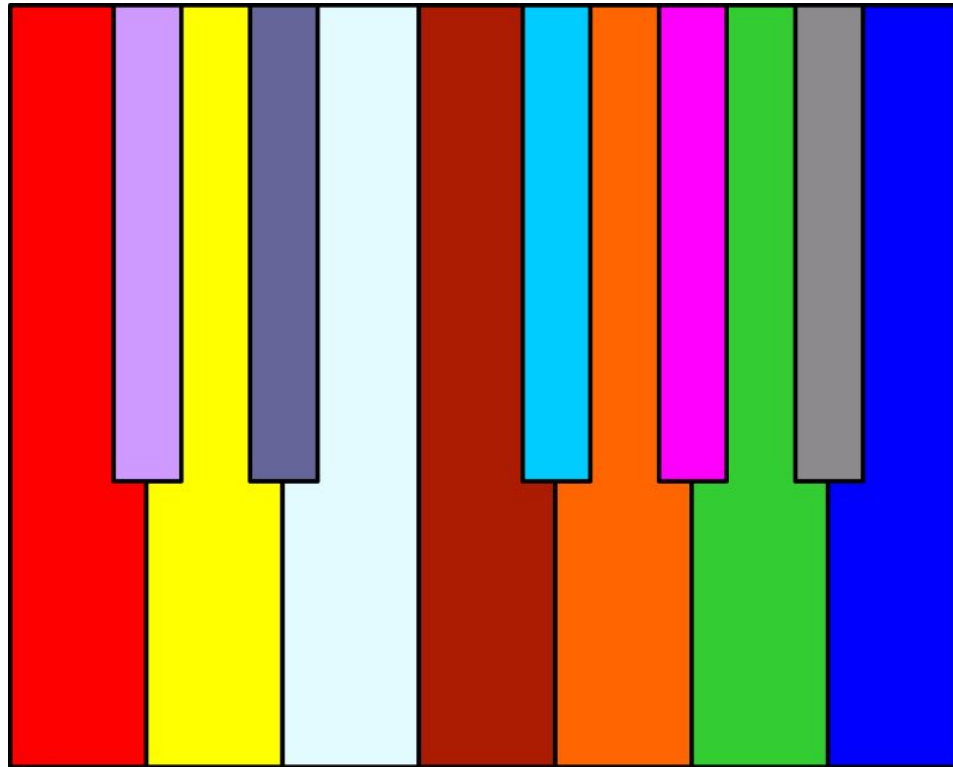


Equal-loudness contours (red) (from ISO 226:2003 revision)

Fletcher-Munson curves shown (blue) for comparison

ОБЫЧНО

СИНЕСТЕЗИЯ

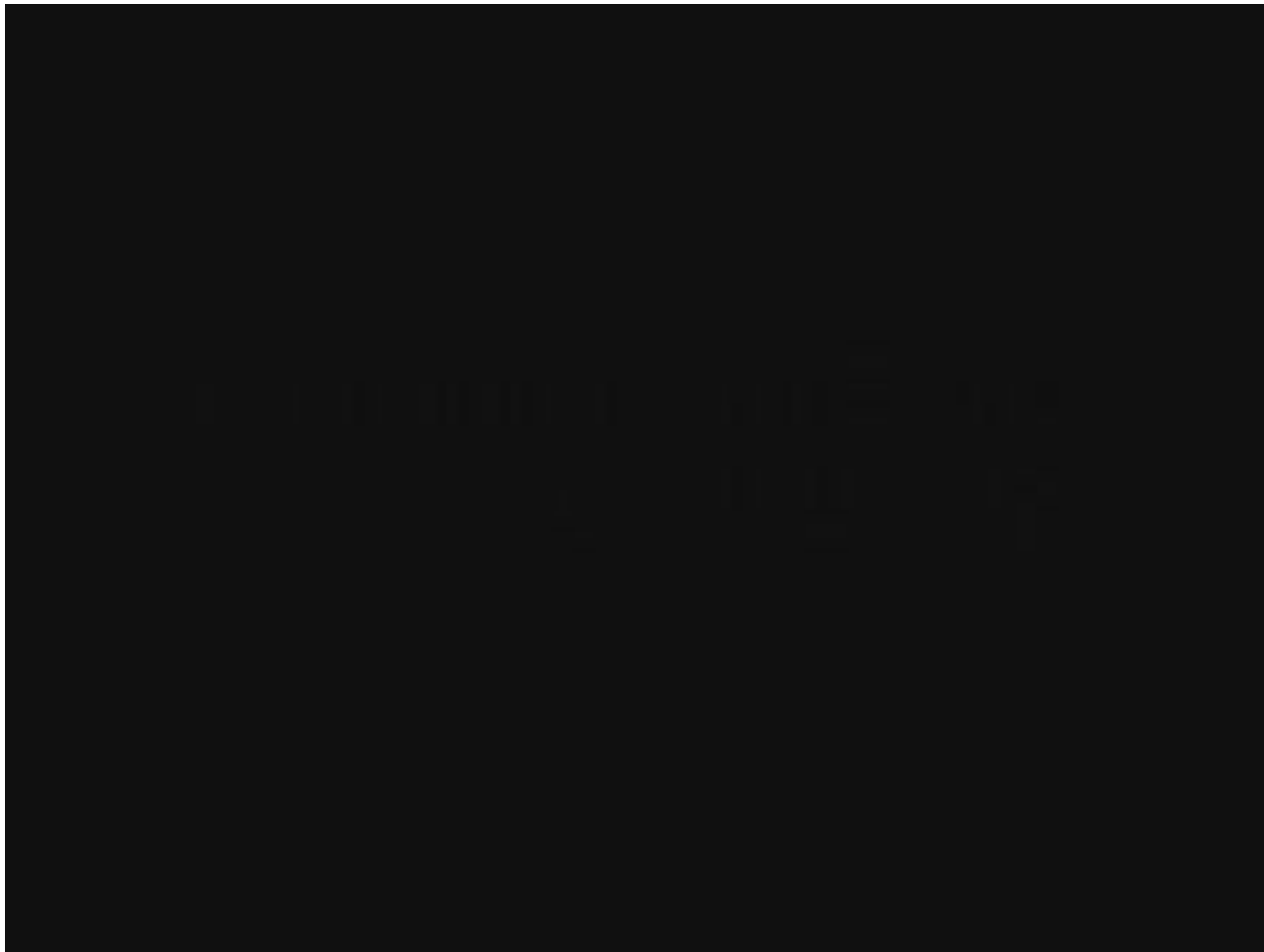


МУЗЫКА



Возраст оценивается приблизительно в 43 тыс. лет
назад

Реконструкция старейшей музыки



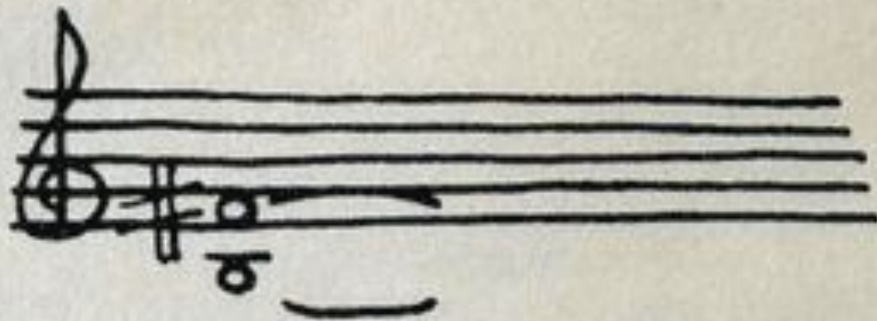
Tempo

TABLE 2
Range of Useful Tempos

Beats/minute	Interonset Interval (ms)	Tempo Comment
30	2000	Too slow to be useful
42	1414	Very slow
60	1000	Moderately slow
80	700	Moderate
120	500	Moderately fast
168	350	Very fast
240	250	Too fast to be useful

After Westergaard (1975), p. 274.

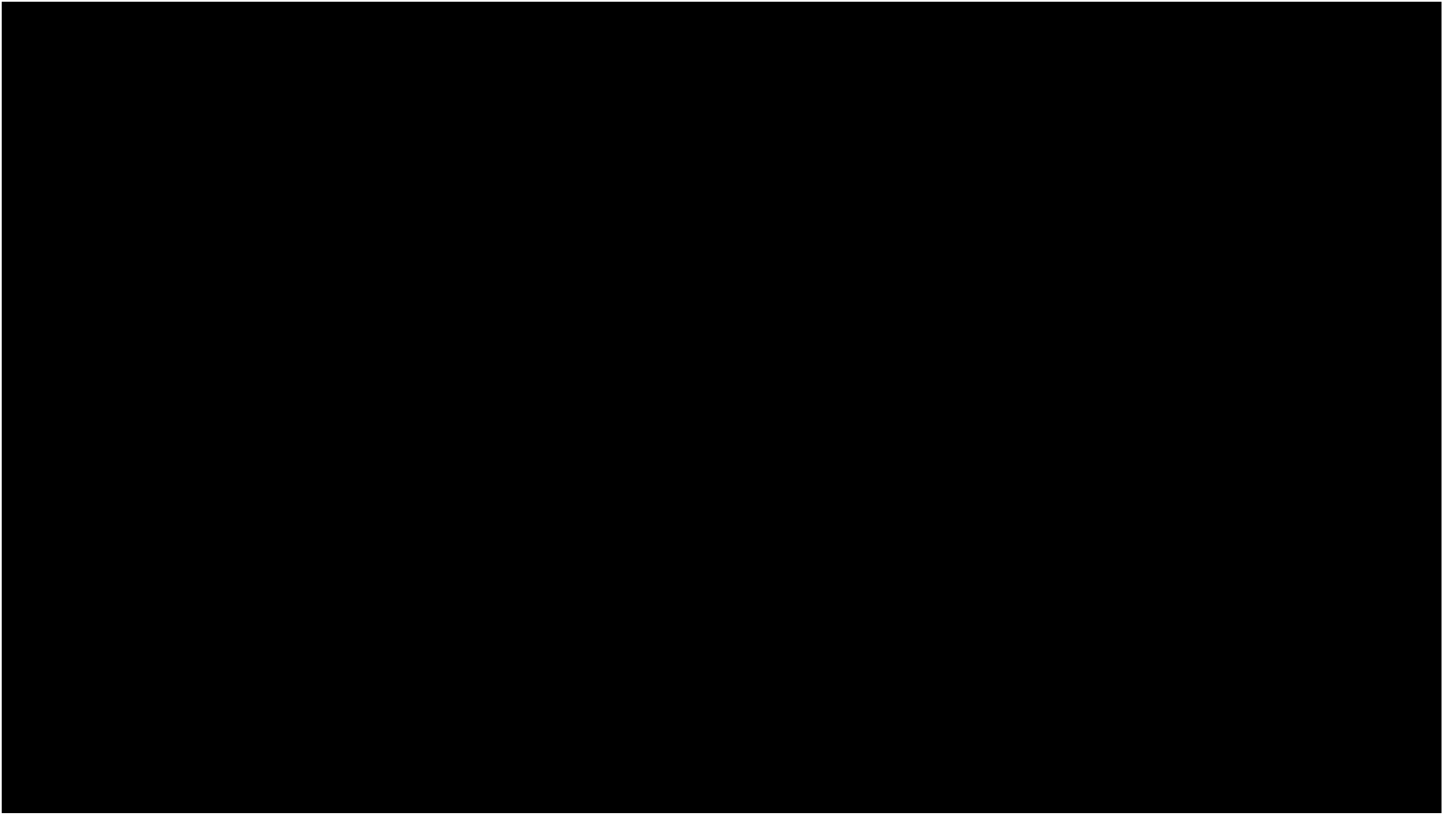
Composition 1960 #7



to be held for a long time

Wanda Young

July 1960



ASLSP (As SLOW as Possible) Джона Кейджа

Исполнение органной версии «ASLSP» началось в церкви Святого Бурхарда немецкого города Хальберштадта в 2001 году и должно продолжаться 639 лет.

Последнее изменение ноты произошло 5 октября 2013 года. Следующее 5 сентября 2020.

ASLSP



Не конец

Конец