

## ВЕРОЯТНОСТНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ РЕЦЕПТОРНОГО ПОТЕНЦИАЛА В АКТИВНОСТЬ ВОЛОКОН СЛУХОВОГО НЕРВА И ВОСПРИЯТИЕ ВЫСОТЫ ЗВУКА

Колоколов А.С., Любинский И.А.

Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН, Москва,  
[kolokolo@ipu.rssi.ru](mailto:kolokolo@ipu.rssi.ru).

Предлагается модель восприятия высоты звуковых сигналов, в которой в значительной степени устранены недостатки существующих теорий высотного восприятия. С целью подтверждения модели проведены специальные психофизические эксперименты.

Из литературы известны две группы теорий, объясняющие механизм восприятия высоты звуковых сигналов, основанные на временном и спектральном подходах к измерению высоты. Каждой из этих групп свойственны определённые недостатки. Так, временные теории испытывают трудности в объяснении восприятия высоты широкополосных комплексов, гармоник которых разрешаются слуховым анализатором. В свою очередь, спектральные теории не способны объяснить восприятие узкополосных комплексов, гармоник которых не разрешаются слуховым анализатором.

Согласно анатомическим и нейрофизиологическим данным, акустический стимул в периферическом слуховом анализаторе проходит ряд последовательных преобразований, включающих грубый частотный анализ на базилярной мембране улитки, преобразование колебаний базилярной мембраны волосковыми клетками в рецепторный потенциал и последующее преобразование рецепторного потенциала в импульсную активность волокон слухового нерва, в которой сохраняется информация о тонкой временной структуре стимула для частот стимуляции ниже 5 кГц. Преобразование рецепторного потенциала в импульс волокна слухового нерва имеет вероятностный характер, что приводит к расширению спектра возможных межимпульсных интервалов. Например, в ответ на синусоидальный сигнал распределение межимпульсных интервалов является многомодальным, так как разряды нервного волокна группируются около интервалов, кратных периоду сигнала. Во временной области это можно интерпретировать как наличие целого ряда потенциально возможных высот у синусоидального тона. На основе перечисленных выше фактов и анализа результатов психоакустических экспериментов по восприятию акустических сигналов предложена модель восприятия высоты звука, учитывающая особенности обработки звукового стимула в периферическом слуховом анализаторе. В предложенной модели для нахождения высоты на интервале времени в несколько десятков миллисекунд осуществляется построение суммарной гистограммы межимпульсных интервалов в группах волокон слухового нерва, соответствующих информативным частотным каналам, выделяемым с помощью латерального торможения. Предполагается, что воспринимаемая высота звука определяется величиной, обратной координате главного пика в полученной суммарной гистограмме. Таким образом, в процессе измерения высоты используются временной и спектральный механизмы анализа звука, причем первый из них выполняет собственно измерение высоты, а второй выделяет в частотной области информативные фрагменты, в которых во временной форме передается значимая информация о высоте акустического стимула.

Показано, что в рамках модели получают объяснение традиционные эффекты восприятия высоты звука, установленные в психофизических экспериментах. В их числе восприятие узкополосных и широкополосных периодических сигналов, резидуальных комплексов, дихотических сигналов, эффекты высотного сдвига и спектрального доминирования (преобладания в восприятии высоты низкочастотных гармоник сигнала), октавное сходство периодических звуков, восприятие высоты специальных шумовых сигналов, таких как периодически прерываемые шумы, волнистые шумы и шумы с резкими спектральными срезами.

Для проверки модели проведены специальные психофизические эксперименты с синтезированными на ЭВМ периодическими комплексами. Полученные результаты свидетельствуют в пользу гистограммного механизма измерения высоты, а не механизма, основанного на процедуре автокорреляционного анализа.

