

КОГНИТИВНАЯ НАУКА В МОСКВЕ: НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2013

**МАТЕРИАЛЫ
КОНФЕРЕНЦИИ**



Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ДВИЖУЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА В ПРОСТРАНСТВЕ НА ОСНОВЕ ЗВУКОВОГО И ВИЗУАЛЬНОГО СИГНАЛОВ

Рамендик Д.М. *, Тяпченко Ю.А.

dina@ramendik.ru

МГУ им. М.В. Ломоносова, биологический факультет, каф. ВНД,
ЗАО НТЦ «Альфа-М»

Эксперимент был посвящен исследованию того, какими свойствами должен обладать звук (изолированно или в сочетании с визуальным сигналом), чтобы на основе его восприятия человек мог локализовать движущийся объект — источник звука — в пространстве и определить направления его перемещений в двух плоскостях: вверх-вниз и вправо-влево. Предполагалось, что на основании искусственных сигналов звуковых, визуальных или их бимодального сочетания может быть сформирован образ движущегося объекта, которым человек сможет управлять.

Задача испытуемого состояла в том, чтобы управлять «летающим объектом», который нужно было удерживать в среднем положении, нейтрализуя отклонения вверх-вниз и вправо-влево с помощью ручки-«джойстика». Испытуемый сидел перед экраном дисплея. На его голову были надеты стереонаушники. В начале опыта ему предъявлялись исходный эталонный звук и две линии, вертикальная и горизонтальная, перекрещивающиеся в центре экрана. Изменение звука по высоте (частоте тона) и/или смещение горизонтальной линии давали информацию о перемещениях объекта в вертикальной плоскости (вверх и вниз), а увеличение громкости звука в одном из наушников и его затихание в другом, а также перемещения вертикальной линии соответствовали движениям объекта в горизонтальной плоскости (вправо-влево). С помощью компьютера были созданы звуки двух типов:

1. чистые тона частотой от 440 до 14000 Гц (непрерывные — «воющие» и дискретные — гудки), в качестве эталонного звука использовался чистый тон частотой 3000 Гц;

2. сложные звуки, вызывающие явные словесные ассоциации: музыкальные фразы в качестве эталонного звука, «пение птиц» как сигнал перемещения вверх, «лай собаки» как сигнал перемещения вниз .

В исследовании приняли участие 10 испытуемых в возрасте от 20 до 35 лет, без отклонений со стороны слуха и зрения. Каждому, после адаптации к условиям эксперимента и обучения, предъявляли по 360 сигналов. Из них 120 представляли собой чистые тона (непрерывные или дискретные) и по 60 — сочетание сложных и простых звуков, сложные зву-

ки, визуальные сигналы, бимодальные сигналы. Не менее 10 сигналов каждого типа подавалось в условиях речевого общения, когда испытуемый, кроме основной деятельности, должен был отвечать на вопросы экспериментатора. При бимодальном предъявлении в 53 случаях визуальный и звуковой сигналы «двигались» совместно, а в семи — происходили неожиданные для испытуемого «сбой», рассогласование сигналов или исчезновение одного из них.

При локализации объекта качество выполнения задачи было связано с особенностями эталонного звука и сигналов отклонения, а также с динамикой изменения высоты тона.

Таблица. Среднее время реагирования и процент ошибок при компенсации «смещения» различных звуковых сигналов.

Центральный звук	Отклонения по высоте	Среднее время реагирования (сек.)	Средний % ошибок
Непрерывный чистый тон, дискретные гудки	Непрерывный чистый тон, плавно 0.1 октав/сек	1.7	Вертик. — 60 горизонт. — 25
дискретные гудки	Тон ступенчато 0.25–0.5 октав/сек	Вертик. — 0.6 горизонт. — 1.1	Вертик. — 6 горизонт. — 0
Непрерывный чистый тон, дискретные гудки, музыка	Музыка, «пение птицы», «лай собаки»	0.6	0

Наихудший результат был показан тогда, когда частота повышалась или понижалась плавно (на 0.1 октавы за 0.1 с). Реакции на вертикальные перемещения (выше-ниже) звуковых сигналов были в этих условиях практически случайны, в среднем совершалось 60 % ошибок. Горизонтальные отклонения определялись несколько лучше, ошибок было в среднем 24 % причем каждый испытуемый совершал не менее 10 % ошибок. Время реагирования составляло в среднем 1.7 с.

При использовании тональных звуков минимальное время реагирования (в среднем 0.6 с) достигалось тогда, когда об отклонениях сообщали звуки, изменяющиеся по высоте ступенчато: частота изменялась сразу на 0.25–0.5 октавы, затем, оставалась неизменной 0.25–0.5 с и снова менялась на столько же. При локализации таких звуков в вертикальной плоскости допускалось в среднем 6 % ошибок. 7 из 10 испытуемых вообще не делали их, наихудший результат — 15 % ошибок. При отклонении звукового сигнала вправо-влево для компенсации движением джойстика

нашим испытуемым требовалось в среднем 1.1 с. Не было зарегистрировано ни одной ошибки.

При двумерном перемещении объекта, если перемещения звука вправо-влево происходили в те периоды, когда высота тона была постоянна, ошибок в определении направления движения не было. Если же перемещение звука происходило одновременно с изменением высоты тона, испытуемые могли надежно различать не более 1–2 промежуточных положений между центральной линией и полной латерализацией (90 градусов). Иначе говоря, для обеспечения устойчивого и надежного принятия решения о локализации источника звука изменения звуковых сигналов не должны были происходить по двум параметрам одновременно, необходим был временной сдвиг в 0.15–0.2 с.

Локализация сложных вербализуемых звуков в обеих плоскостях была безошибочной и выполнялась в среднем за 0.6 с. Кроме того, все испытуемые оценивали эти звуки как более приятные, чем тоны и гудки. Все указанные различия средних статистически достоверны по критериям Стьюдента, $p < 0,02$.

Смещение полос на экране в любую сторону без звука компенсировалось безошибочно в среднем за 1.1 с. При бимодальной подаче информации (звук и смещение линий на экране) все испытуемые говорили, что ориентируются в основном на изображение, а звук используют для контроля и концентрации внимания. Время реагирования на перемещение объекта было таким же, как при восприятии только звукового сигнала, а количество ошибок зависело от сложности звука. Чистые тона вызывали ошибочную реакцию в среднем в 6.6 %, а сложные вербализуемые звуки — в 2.5 % случаев (что статистически не отличается от условий ориентации только по звукам). Внезапное исчезновение изображения не оказывало существенного влияния на деятельность и эмоциональное состояние испытуемого. Отключение звука вызывало удивление и временную приостановку действий — испытуемые ждали звукового сигнала. Рассогласование изображения и звука, когда изменение звука указывало на смещение объекта в одну сторону, а линии на экране перемещались в другую сторону, вызывало отрицательную эмоциональную реакцию. В конце концов, с очень большой задержкой в 58 % проб люди действовали по зрительному сигналу, в 42 % — согласно звуковому сигналу. Характер этих реакций от особенностей звуков не зависел.

При добавлении речевого общения к простым звуковым сигналам (чистым тонам) качество выполнения основного задания резко ухудшалось. У разных испытуемых оказались ошибочными от 30 до 60 % реакций, время реагирования увеличилось в среднем в 1.5 раза. При использовании сложных вербализуемых звуков совместно с речевым общением ошибок было от 20 до 80 % при том же времени реагирования. Все испы-

туемые отмечали, что хорошо слышат сигнальные звуки и речевое общение является не акустической, а именно отвлекающей помехой. В ситуации речевого общения наши испытуемые оценивали сложные звуки как менее благоприятные, чем гудки, так как общая сложность звуковой среды становилась при этом чрезмерной.

Таким образом, для того чтобы сигнал выполнял функции управления поведением по локализации движущегося объекта и управлению им, нужна не просто информация как таковая, сигнал должен стать сообщением, под влиянием которого формируется поведение, должен сформироваться образ этого объекта [2]. Сообщение же должно иметь как когнитивное, так и коммуникативное свойства [3]. Для адекватного понимания сообщения необходим определенный баланс этих компонентов, поэтому наши испытуемые очень трудно воспринимали как сообщение наиболее простой сигнал — непрерывный чистый тон. Он содержал лишь информацию о регулируемом процессе и не давал материала для формирования образа объекта управления [4]. Процессы опосредования, формирования образа требовали некоторого времени, поэтому мы получали наиболее устойчивые реакции тогда, когда сигналы были не непрерывными, а дискретными, то есть изменялись «ступенчато», оставаясь неизменными не менее 0.25 с. Такие сигналы соответствуют ритмической структуре, которая характерна для коммуникативной деятельности и восприятия музыки [1, 5]. Перегрузка внимания речевой коммуникацией также затрудняла построение адекватного образа перемещения объекта в пространстве.

Литература

1. Бабаева Ю.Д., Белавина И.Г., Войскунский А.Е. Теоретико-экспериментальное исследование ритма коммуникации в системах «человек-ЭВМ» // Человеко-машинные системы. Материалы семинара. М., 1977. С. 130–135.
2. Кюглер П. Психические образы как мост между субъектом и объектом // Кембриджское руководство по аналитической психологии. М. 2000.
3. Рамендик Д.М., Зонабенд Ф.М., Клименко А.Н. О значении когнитивных и коммуникативных свойств в понимании вербальных и невербальных сообщений // Психологический журнал, 1994. Т. 15, № 6.
4. Носуленко В.Н. Психология слухового восприятия. М. Наука. 1988.
5. Vors P.C, Ellerman N.N. Precision and accuracy in the reproduction of simple tone sequences // JNExp. Psychol. Hum. Percept and Perform. 1989. V. 15. №1. P. 178–187.