

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»
Балашовский институт (филиал)

Кафедра биологии и экологии

Слуховая сенсорная система человека
АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 4 курса 344 группы
направления подготовки 06.03.01 «Биология»
факультета естественно-научного и педагогического образования
Дегтяревой Татьяны Олеговны

Научный руководитель
доцент кафедры БиЭ,
канд. хим. наук, доцент

В.Н. Решетникова

Зав. кафедрой БиЭ
канд. биол. наук

А.Н. Володченко

Балашов 2016

ВВЕДЕНИЕ. Актуальность работы. Слуховая система – одна из важнейших дистанционных сенсорных систем у человека. С её помощью человек ориентируется в звуковых сигналах окружающей среды, формирует соответствующие поведенческие реакции, например оборонительные или пищедобывательные. Способность восприятия человеком разговорной и вокальной речи, музыкальных произведений делает слуховой анализатор необходимым компонентом средств общения, познания, приспособления.

Человек обладает природным механизмом защиты внутреннего уха от громких звуков низкой и высокой частоты: мышцами и слуховыми косточками, перекрывающими доступ к внутреннему уху. Длительное воздействие звука приводит к утомлению мышц, нарушению защитных функций, повреждению нервных клеток улитки.

Развитие цивилизации привело к комплексному загрязнению окружающей среды, которое негативно влияет на здоровье человека. Наиболее существенное влияние на слуховую сенсорную систему оказывают такие экологические факторы, как шумовое загрязнение и воздействие электромагнитных полей.

Цель работы изучение анатомии, физиологии и экологии слуховой сенсорной системы человека.

Задачи работы:

- изучение литературных источников по теме исследования;
- описание анатомическое строения и основных функций слуховой сенсорной системы человека;
- рассмотрение основных физиологических характеристик звука и механизмов его восприятия человеком;
- выявление экологических факторов, оказывающих существенное влияние на слуховую сенсорную систему;
- исследование состояния слуховой сенсорной системы школьников.

Материалы исследования. Теоретической основой работы послужило изучение литературных источников по строению слуховой системы человека,

особенностям ее становления и функционирования в подростковом возрасте. Практические материалы получены при проведении собственных исследований в школах города Балашова.

Апробация работы. Материалы исследования отражены в докладах на Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы преподавания в начальной школе. Кирюшкинские чтения:» (г. Балашов, 29 – 30 марта 2016 г.) и на Ежегодной вузовской научно-практической конференции преподавателей, аспирантов, студентов, школьников «Актуальные проблемы науки и образования» (г. Балашов, 11 – 18 апреля 2016 г.). По результатам работы опубликованы две статьи.

Структура работы. Бакалаврская работа состоит из введения, четырех разделов: 1 – «Анатомия слуховой сенсорной системы»; 2 – «Физиология слуховой сенсорной системы»; 3 – «Влияние экологических факторов на слуховую сенсорную систему»; 4 – «Исследование состояния слуховой сенсорной системы школьников», заключения, списка использованных источников (33 наименования), приложения. Общий объем работы составляет 47 страниц компьютерного текста, в том числе 3 страницы приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ. Для восприятия звуковых сигналов у человека существует сложный, рецептивный орган, который формировался вместе с вестибулярным аппаратом, потому в их строении есть много общего. Оба органа (слуха и равновесия) у человека объединены между собой в сложную систему, морфологически разделенную на три отдела: внешнее, среднее и внутреннее ухо.

К *наружному* уху относят ушную раковину и наружный слуховой проход. На границе между внешним и средним ухом натянута барабанная перепонка толщиной 0,1 мм и диаметром 9 – 11 мм. Она представлена соединительнотканной пластинкой овальной формы и наклонена вперед и вниз. Перепонка обладает упругостью, благодаря чему оказывает

сопротивление волне давления, распространяющейся через слуховой ход. Колебания барабанной перепонки очень быстро угасают, она является прекрасным передатчиком давления и почти не искажает форму звуковой волны.

К *среднему* уху относятся: барабанная полость, слуховые косточки и слуховая труба. Барабанная полость располагается в пирамиде височной кости и представляет собой щелевидную полость неправильной формы ёмкостью 0,75 мл. Она выстлана слизистой оболочкой, имеет шесть стенок, и в ней располагаются три подвижно соединенные между собой слуховые косточки: молоточек, наковальня и стремечко. Для среднего уха характерен специальный защитный механизм, который представлен двумя мышцами: натягивающей барабанную перепонку и фиксирующей стремечко. Сила звуковых колебаний определяет степень сокращения этих мышц.

Рецепторный отдел слуховой сенсорной системы находится во *внутреннем* ухе, которое располагается в глубине височной кости черепа и представляет собой систему лабиринта и извилистых каналов, заполненных жидкостью. В лабиринте находится не только орган слуха – улитка, но и орган равновесия – вестибулярный аппарат. При вибрации жидкость раздражает рецепторы улитки. Внутри среднего канала улитки расположен спиральный (кортиева) орган, который содержит рецепторные волосковые клетки, трансформирующие механические колебания в электрические потенциалы. Последние активируют первые слуховые нейроны, через которые информация передаётся через ряд последовательных отделов в слуховую область коры головного мозга.

В мире человека окружает множество звуков, которые дают информацию об окружении, в том числе они оказывают на человека эмоциональное влияние. Звуки ощущаются при помощи колебания воздуха, которые превращаются в нервные импульсы в слуховой сенсорной системе. Звук, который приходит к внутреннему уху, вызывает определенные звуковые ощущения, которые различаются по громкости (силе звука) и

тональности (частоте звуковых колебаний). Кроме пределов диапазона отмеченных параметров звука показателем слуховой системы человека и животных является также способность различать звуки по силе и высоте (амплитудно-частотный различимый порог).

Восприятие звуков разной частоты. Человек воспринимает звуки в диапазоне 20 – 16000 Гц (10 – 11 октав). Звуки частотой до 20 Гц называют инфразвуками, а свыше 16 кГц – ультразвуками. Способности человека и многих животных различать звуки по тонам являются чрезвычайно высокими: порог различения частот оптимального диапазона (1 кГц) составляет 0,3% (3 Гц). Звук одной частоты колебаний называют тоном (чистым тоном). Большинство звуков создаются несколькими частотами. Обычно сочетают основную частоту и несколько гармоник – частоты, кратные основной по значению, – это музыкальные звуки. Звук, который состоит из несвязанных между собой частот, называют шумом (белым шумом). Чувствительность человеческого уха к звукам разной высоты неодинакова. Лучше всего человек слышит звуки частотой 2 – 4 кГц, так как звуковые колебания именно этих частот человек использует для своей речи.

Восприятие силы (интенсивности) звука. Сила звука – это количество энергии, которое проходит через единицу поверхности за единицу времени (Н/м^2). Сила звука, который приходит к уху, кодируется частотой импульсов в волокнах улиткового нерва, а также количеством возбуждённых нейронов. Минимальное воспринимаемое давление составляет $2 \cdot 10^{-5} \text{ Н/м}^2$, сила звука во время обычного разговора составляет приблизительно 10^{-1} Н/м^2 , болевые ощущения в ушах возникают при 30 Н/м^2 . Чаще используется такое понятие, как уровень звукового давления (L), выражается в децибелах: $L = 20 \cdot \log(P/P_0)$, где P – среднее значение звукового давления, а P_0 – порог слышимости человека, то есть $2 \cdot 10^{-5} \text{ Н/м}^2$ (относительный нуль). Следовательно, замена силы звука в 10, 100, 1000 раз соответственно составляет 10, 20, и 30 дБ.

Абсолютная слуховая чувствительность – это минимальная сила звука, который слышит человек в 50% случаев его подачи.

Физиологическая громкость – это субъективно воспринятая сила звука, которая выражается в фонах. Фон – это уровень звукового давления тона, который сравнивается с эталонным тоном частотой 1 кГц при одинаковой физической громкости их звука. Средний слуховой порог здорового человека составляет 4 фона. Боль в ушах возникает при громкости в 130 фонов, это может привести к обратимой (или необратимой) потере слуха, так как повреждаются волосковые сенсорные эпителиоциты спирального органа улитки или нарушается микроциркуляция в ней. В случаях длительного влияния звуков интенсивностью свыше 90 дБ возможна звуковая травма.

Человек легко определяет *направление звука* с помощью *бинаурального слуха* (слушание обоими ушами). В основе этого процесса лежит способность слуховой системы определять разницу в силе звуков, которые воспринимаются обоими ушами, если голова экранирует звук, который поступает сбоку. Наша слуховая система надежно определяет задержку звука длительностью $3 \cdot 10^{-5}$ с, что отвечает отклонению источника звука от средней линии на 3° . Если в наушниках скомпенсировать задержку звука увеличением силы сигнала, то человеку кажется, что источник звука находится в голове.

В различении направления звука участвует также ушная раковина и кора головного мозга.

По мере развития человеческой цивилизации в нашу жизнь врывается все больше звуков, многие из которых действуют разрушающе на здоровье человека. Шумовое загрязнение – форма физического загрязнения, характеризующаяся превышением естественного уровня шума и ненормальным изменением звуковых характеристик (периодичности, силы звука и т.п.) на рабочих местах, в населённых пунктах и т.д.».

По источнику шумов делятся на производственные и непроизводственные. Шумовое загрязнение в городах практически всегда имеет локальный характер. Основными источниками антропогенного шума выступают промышленные устройства и бытовое оборудование, а также все

виды транспорта, причём 80% от общего шума приходится на автотранспорт. В России примерно 35 млн. человек (или 30% городского населения) подвержены воздействию транспортного шума, превышающего нормативы. Также есть и благоприятные шумы: шум прибора, журчание родника, шелест листвы, шум дождя, птичьего голоса. Эти звуки всегда приятны человеку. Они его успокаивают, снимают стрессы.

В человеческом ухе природой предусмотрена защита только от кратковременных громких звуков, длительное же воздействие неизбежно приводит к снижению слуха. Одной из распространенных реакций на длительное и сильное шумовое воздействие является субъективный тиннитус – звон или назойливый шум в ушах, который слышит только сам человек. К частичной потере слуха может привести прослушивание музыки мощностью в 90 децибел. Если вы не хотите нанести вред своему слуху, то, в крайнем случае, можете слушать музыку мощностью 85 децибел не более 8 часов подряд. Что касается плееров, то «общение» с ними стоит ограничить. Они воспроизводят звук с громкостью от 110 децибел.

С появлением первых радиостанций и развитием теле-радиотрансляций начались и первые исследования отрицательного воздействия электромагнитного излучения на организм человека начались с появлением радиостанций и развитием теле-радиотрансляций. В 1958 году были определены первые санитарные нормы для работающих с электромагнитными излучениями. Симптомами недомоганий от воздействия электромагнитного излучения являются: сильная утомляемость, регулярные головные боли, скачки давления, нервное возбуждение, нарушение иммунной системы, онкологические заболевания и конечно же регулярный звон в ушах и несвоевременное стремительное ухудшение слуха.

Научно-технический прогресс принёс нам излучения от мобильных телефонов и компьютеров, бьющие непосредственно в мозг. Опираясь на опубликованные исследования, мы можно констатировать, что отрицательная реакция на слух наступает уже после 30 секунд разговора по

мобильному телефону. Если абонент общается по телефону час-полтора в день, то состояние его организма приравнивается к состоянию здоровья сотрудников радиолокационных станций. Исследования шведских учёных показали, что при длительном времени телефонного разговора происходит облучение, которое снижает функции сенсорной слуховой системы. Исследования, проведённые среди школьников, пользующихся дорогими игрушками, показали, что они неверно воспринимают на слух близкие по звучанию звуки, при разговоре переставляют слоги в словах, пропускают буквы. У 70 % детей увеличено время реакции на звуковой сигнал, они медленно реагируют на слова окружающих. 55 % обследованных школьников демонстрируют пониженную работоспособность, причём у 27 % – до нижней границы возрастной нормы.

Все ноутбуки и прочие устройства, в которых есть подключённая система беспроводного Интернета, вредят здоровью, воздействуя не на головной мозг, а на области живота и груди. При разговоре по мобильному телефону сильно страдают лобная и височная доли мозга, которые отвечают за кратковременную память. Опираясь на публикации ВОЗ, излучение влияет на биоэлектрическую активность коры головного мозга, мозговое кровообращение, обменные процессы, восприятие звуков и остроту слуха.

Современное производство и развитие техники и новых технологий будет и дальше ухудшать среду обитания человека, поэтому надо учиться жить в этой среде – выбирать максимально безопасное поведение, вести здоровый образ жизни, а выезжая на природу, забывать мобильник дома.

Поддержание нормального состояния слуховой сенсорной системы школьников разных возрастов требует особого внимания родителей, учителей и врачей. Медицинская диагностика состояния слуховой сенсорной системы предполагает проведение специальных лабораторных испытаний, таких как аудиометрия. Однако, для профилактики и предварительного выявления проблем со слухом можно использовать общедоступные педагогические приёмы, соответствующие возрасту школьников.

Для ознакомления учеников младших классов с функционированием слуховой сенсорной системы и её взаимодействием с другими органами чувств можно предложить ряд дидактических игр, которые обязательно должны сопровождаться пояснениями ведущего.

Удобно, когда в проведении игр участвуют несколько организаторов (учителя, воспитатели, студенты), это позволяет наблюдать за реакцией детей, выявлять возможные затруднения, замерять и фиксировать различные параметры: время выполнения заданий, частота сердечных сокращений (ЧСС), поощрительные баллы и т. п. Результаты наблюдений и измерений будут полезны для выявления отклонений в работе слухового аппарата, нарушений памяти, ассоциативных реакций. В МОУ СОШ № 12 г. Балашова было проведено внеклассное мероприятие в участием первоклассников.

Среди учеников старших классов было проведено анонимное анкетирование, в анкету были включены вопросы, касающиеся режимов прослушивания музыки с помощью аудиоаппаратуры. В опросе приняли участие более 50 старшеклассников. Ответы респондентов подвергались математической обработке, полученные результаты приводятся ниже в табличной форме.

Первый вопрос касался времени ежедневного прослушивания аудиоаппаратуры в наушниках с учётом перерывов (таблица 1).

Таблица 1 – Ответы респондентов на первый вопрос анкеты

Время прослушивания музыки	Количество респондентов, выбравших определенный ответ, %
1 час	25%
2 часа	11%
3 часа	42%
4 часа	7 %
5-8 часов	15%

Во втором вопросе мы поинтересовались, на какой громкости ребята слушают музыку в повседневной жизни (таблица 2).

Таблица 2 – Ответы респондентов на второй вопрос анкеты

Громкость музыки	Количество респондентов, выбравших ответ, %
Тихий режим	8%
Средний режим	46%
Громкий режим	46%

Далее участникам анкетирования предлагалось выбрать модель наушников, которыми они чаще всего пользуются для прослушивания аудиоаппаратуры (таблица 3).

И наконец, последний вопрос относился к комфортной громкости прослушивания аудиоаппаратуры в наушниках (таблица 4).

Таблица 3 – Ответы респондентов на третий вопрос анкеты

Виды используемых наушников	Количество респондентов, выбравших ответ, %
Внутриканальные наушники	65%
Вставные	34%
Полноразмерные	0,7%
Накладные	0,1%.
Мониторные	0,1%.

Таблица 4 – Ответы респондентов на четвертый вопрос анкеты

Комфортная громкость прослушивания	Количество респондентов, выбравших ответ, %
Громкий режим	80%
Средний режим	15%
Тихий режим	5 %

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В соответствии с целью и задачами бакалаврской работы в первом разделе описана анатомия слуховой сенсорной системы человека, которая необходима для восприятия звуковой информации и является средством межличностного общения. Подробно рассмотрены состав и строение трёх отделов органа слуха: внешнего, среднего и

внутреннего уха, описан путь прохождения возбуждающего звукового сигнала.

Второй раздел бакалаврской работы посвящён вопросам физиологии слуховой сенсорной системы, основная функция которой – восприятие и различение звука. Звук (звуковая волна) – это результат разрежения и сгущения воздуха, которые чередуются и распространяются во все стороны от источника. Человек способен воспринимать звуковые колебания в диапазоне частот от 16 до 20000 Гц, но максимальная чувствительность наблюдается в узкой области – от 1000 до 4000 Гц. Мы можем различать интенсивность и высоту звуковых колебаний, определять положение источника звука в пространстве за счёт пространственного (бинаурального) слуха. Эта способность обусловлена наличием двух ушных раковин, причём, нейроны слуховой системы способны оценить интенсивность и время прихода звука на левое и правое ухо.

В современном мире организм человека испытывает перегрузки, связанные с ухудшением экологической обстановки, которое обусловлено в наибольшей степени антропогенными причинами. Вопросы экологии слуховой сенсорной системы обсуждаются в третьем разделе работы. Наиболее существенное влияние на орган слуха оказывают шумовое загрязнение и воздействие электромагнитных полей. Шумовое загрязнение приводит к повышению утомляемости человека, снижению его умственной активности, понижению производительности труда (до 40– 70%), физическим и нервным заболеваниям, постепенной потере слуха. К шуму невозможно привыкнуть, мы можем постараться его не замечать, но это только усугубляет опасность разрушения органа слуха. Люди, которые постоянно подвергаются воздействию электромагнитного излучения, часто имеют неврологические нарушения, вегетососудистую дистонию, у них развивается тугоухость. Отрицательная реакция со стороны слуховой сенсорной системы наблюдается уже после 30 секунд разговора по мобильному телефону.

Общеизвестно, что легче предупредить болезнь, чем её вылечить. Поэтому необходимо знакомить детей с вопросами физиологии, экологии и гигиены слуховой сенсорной системы уже в младшем школьном возрасте. Выявление проблем со слухом и профилактика заболеваний должна проводиться во время всего обучения в школе в соответствующих возрасту учеников формах. В четвёртом разделе описано внеклассное мероприятие, проведённое с учениками первых классов МОУ СОШ № 12 г. Балашова, включавшее несколько дидактических игр. Также приводятся результаты анкетирования, проведённого с участием старшеклассников, по вопросам использования аудиоаппаратуры.