**Характеристика анализаторов человека**

Для поддержания системы "Человек - Среда обитания" в безопасном состоянии необходимо согласовывать действия человека с элементами окружающей среды. Человек осуществляет непосредственную связь с окружающей средой при помощи органов чувств.

Органы чувств - это сложные сенсорные системы (анализаторы), включающие воспринимающие элементы (рецепторы), проводящие нервные пути и соответствующие отделы в головном мозге, где сигнал преобразуется в ощущение.

Основной характеристикой анализатора является чувствительность, которая характеризуется величиной порога ощущения. Различают абсолютный и дифференциальный пороги ощущения.

Абсолютный порог ощущения - это минимальная сила раздражения, способная вызвать появление реакции.

Дифференциальный порог ощущения - это минимальная величина, на которую нужно изменить раздражение, чтобы вызвать изменение ответа. Психофизическими опытами установлено, что величина ощущений изменяется медленнее, чем сила раздражителя.

Время, проходящее от начала воздействия раздражителя до появления ощущений, называют латентным периодом. Рассмотрим некоторые анализаторы, влияющие на условия безопасной деятельности человека.

**Зрительный анализатор**

Примерно от 70 до 90% информации о внешнем мире человек получает через зрение. Орган зрения - глаз - обладает высокой чувствительностью. Изменение размера зрачка от 1,5 до 8 мм позволяет глазу менять чувствительность в сотни тысяч раз. Сетчатка глаза воспринимает излучения с длиной волн от 380 (фиолетовый цвет) до 760 (красный цвет) нанометров (миллиардных частей метра).

При обеспечении безопасности необходимо учитывать время, требуемое для адаптации глаза. Приспособление зрительного анализатора к большей освещённости называется световой адаптацией. Она требует от 1-2 до 8-10 минут. Приспособление глаза к плохой освещённости (расширение зрачка и повышение чувствительности) называется темповой адаптацией и требует от 40 до 80 минут.

В период адаптации глаз деятельность человека связана с определённой опасностью. Чтобы исключить необходимость адаптации или уменьшить её влияние, в производственных условиях не разрешается использовать только одно местное освещение. Необходимо применять меры для защиты человека от слепящего действия источников света и различных блестящих поверхностей, устраивать тамбуры при переходе из тёмного помещения (например, в фотолабораториях) в нормально освещённое и др.

Зрение характеризуется остротой, то есть минимальным углом, под которым две точки ещё видны как раздельные). Острота зрения зависит от освещённости, контрастности и других факторов. В основе расчёта графической точности лежит физиологическая острота зрения.

Бинокулярное поле зрения охватывает в горизонтальном направлении 120-160 градусов, по вертикали: вверх - 55-60 градусов, вниз - 65-72 градуса. Зона оптимальной видимости (учитывается при организации рабочего места) ограничена полем: вверх - 25 градусов, вниз - 35 градусов, вправо и влево - по 32 градуса.

Ошибка оценки расстояния до 30 метров в среднем составляет 12%.

Ощущение, вызванное световым сигналом, сохраняется в глазу за счёт инерции зрения до 0,3 секунды. Инерция зрения порождает стробоскопический эффект - ощущение непрерывности движения при частоте смены изображения примерно 10 раз в секунду (кинематография), зрительное восприятие вращения колес автомобиля в обратном направлении и другие оптические иллюзии.

Стробоскопический эффект может быть опасным. Например, вследствие своей безынерционности, опасную ситуацию могут создать газоразрядные лампы освещения. Колебания электрического напряжения создают колебания светового потока. Кажущаяся остановка вращающегося предмета наблюдается при равенстве частот вращения объекта и колебаний света. Когда частота вспышек света больше числа оборотов вращающегося предмета, создаётся иллюзия вращения в противоположную от реальности сторону.

Светочувствительные клетки (анализаторы) глаза по форме напоминают маленькие палочки и колбочки. В сетчатке человека имеется около 130 миллионов палочек и 6-7 миллионов колбочек. Благодаря палочкам человек видит ночью, но зрение бесцветное (ахроматическое), почему и возникло выражение: "Ночью все кошки серые". И наоборот - днём главная роль принадлежит колбочкам, соответственно, днём зрение цветное (хроматическое).

С позиции безопасности должны учитываться все отклонения от нормы в восприятии цвета. К этим отклонениям относятся: цветовая слепота, дальтонизм и гемералопия ("куриная слепота"). Человек, страдающий цветовой слепотой, воспринимает все цвета как серые. Дальтонизм - частный случай цветовой слепоты. Дальтоники обычно не различают красный и зелёный цвета, а иногда жёлтый и фиолетовый. Им эти цвета кажутся серыми.

Статистически примерно 5% мужчин и 0,5% женщин являются дальтониками. Люди, страдающие дальтонизмом, не могут работать там, где в целях безопасности используются сигнальные цвета (например, водителями). Человек, страдающий гемералопией, теряет способность видеть при ослабленном (сумеречном, ночном) освещении.

Цвета оказывают на человека различное психофизиологическое воздействие, что необходимо учитывать при обеспечении безопасности и в технической эстетике.

**Осязание**

Кожа - сложный орган, выполняющий множество защитно-оборонительных функций. Она защищает кровь от проникновения в нее химических веществ, предотвращая отравление организма, исполняет роль регулятора температуры тела, охраняя организм от перегрева и переохлаждения.

Кожа служит первым защитным барьером в момент прикосновения токоведущего проводника к телу. Обладая большим электрическим сопротивлением, достигающим иногда десятки тысяч Ом, кожа, в первый момент, препятствует прохождению электрического тока через внутренние органы, что позволяет включиться другим видам защиты организма.

Функциональное нарушение 30-50% кожного покрова, при отсутствии специальной медицинской помощи, приводит к гибели человека.

На коже имеется примерно 500 тысяч точек - тактильных анализаторов, воспринимающих ощущения, возникающие при воздействии на кожную поверхность различных механических стимулов (прикосновение, давление). Кроме этого, на коже имеются неравномерно распределённые анализаторы, воспринимающие боль, тепло и холод.

Наиболее высокая чувствительность на дистальных частях тела (наиболее удалённых от оси тела).

Тактильный анализатор обладает высокой способностью к пространственной локализации. Характерная его особенность - быстрое развитие адаптации (привыкания), т.е. исчезновение чувства прикосновения или давления. Время адаптации зависит от силы раздражителя, для различных участков тела оно колеблется от 2 до 20 секунд. Благодаря адаптации мы не чувствуем прикосновение одежды к телу.

**Температурная чувствительность**

Температурная чувствительность свойственна организмам, обладающим постоянной температурой тела, достигаемой терморегуляцией. Температура кожи ниже внутренней температуры тела (примерно З6,6°С) и различна для отдельных участков (на лбу 34-35, на лице 20-25, на животе 34, на стопах ног 25-27°С).

В коже человека находятся два вида анализаторов температуры: одни реагируют только на холод, другие - только на тепло. Всего на коже около 30 тысяч тепловых точек и примерно 250 тысяч точек холода.

Порог восприятия тепла и холода различен, например, тепловые точки различают разницу температуры в 0,2, а точки холода в 0,4°С. Время, необходимое для ощущения температуры, примерно 1 секунда. Температурные анализаторы, защищая организм от перегрева и переохлаждения, помогают сохранять постоянную температуру тела.

**Обоняние**

Запах может служить сигналом, предупреждающим об опасности. Всем известно, как опасны газы. Для распознавания опасных газов, не имеющих запаха, к ним добавляют специальные сильно пахнущие вещества - одоранты. Широко распространённых приборов для измерения силы запаха пока нет. Однако наш нос мгновенно чувствует даже самые малые доли пахучих веществ.

У человека около 60 миллионов обонятельных клеток. Они располагаются в слизистой оболочке носовых раковин на площади примерно в 5 см2. Клетки покрыты огромным количеством волосков длиной 30-40 ангстрем (3-4 нанометра). Площадь их соприкосновения с пахучими веществами - 5-7 м2. От обонятельных клеток отходят нервные волокна, посылающие сигналы о запахах в мозг.

Если на анализаторы попадает вещество, опасное для жизни или угрожающее здоровью человека (эфир, нашатырный спирт, хлороформ и т.д.), рефлекторно замедляется или кратковременно задерживается дыхание.

**Восприятие вкуса**

В физиологии и психологии принята четырёхкомпонентная теория вкуса, согласно которой вкус имеет четыре основных вида: сладкий, солёный, кислый и горький. Все остальные вкусовые ощущения - комбинация основных видов.

Вкус воспринимается специальными клеточными образованиями (похожими на луковицы), находящимися в слизистой оболочке языка.

Различительная чувствительность вкусового анализатора довольно груба, тем не менее, вкусовые ощущения играют предупредительную роль в обеспечении безопасности.

Вкусовой анализатор примерно в 10 тысяч раз грубее обоняния, индивидуальное восприятие вкуса может различаться до 20%.

Попавшим в экстремальную ситуацию можно воспользоваться рекомендацией йогов: пробуя незнакомую пищу, постарайтесь как можно дольше держать её во рту, медленно пережёвывая и прислушиваясь к своим ощущениям. Если появится явное желание проглотить, тогда попробуйте рискнуть.

**Мышечное чувство**

В мышцах человека есть специальные рецепторы. Их называют проприоцепторами (от латинского proprius - собственный). Они посылают сигналы в мозг, сообщая о том, в каком состоянии находятся мышцы. В ответ мозг направляет импульсы, координирующие работу мышц. Мышечное чувство, учитывая воздействие гравитации, "работает" постоянно. Благодаря ему человек принимает более удобную позу.

В определённой степени от удобного положения тела человека зависит его работоспособность, а в некоторых случаях - и безопасность.

**Болевая чувствительность**

Боль - сигнал тревоги для организма, призыв к борьбе с опасностью. Боль воспринимают любые анализаторы, если превышен верхний порог чувствительности, но есть и специальные рецепторы в слое кожи - болевые. На одном квадратном сантиметре кожи имеется до 100 болевых точек - оголённых окончаний нервов.

Боль может быть опасной, например, при болевом шоке, который осложняет деятельность организма по самовосстановлению.

Болевые ощущения вызывают оборонительные рефлексы, в частности, рефлекс удаления от раздражителя. Под влиянием боли перестраивается работа всех систем организма.

Пример порога болевой чувствительности:

кожа живота - 20г/мм2;

кончики пальцев - 300 г/мм2.

**Слуховой анализатор и вибрационная чувствительность**

Мир наполнен звуками. Звуковая волна характеризуется уровнем интенсивности и частотой, что субъективно воспринимается как громкость и высота звука. Звуки доставляют человеку многочисленную информацию. Некоторые звуки исполняют роль сигналов, предупреждающих об опасности.

Человеческое ухо очень чувствительно. Оно способно воспринимать такие изменения давления, которые происходят при подъеме от поверхности земли на высоту всего 8 миллиметров.

Ухо по своему строению делится на три части: наружное, среднее и внутреннее, и выполняет две функции: восприятие звуков и сохранение равновесия тела.

Ушная раковина способствует улавливанию и определению направления звуков. Барабанная перепонка имеет толщину около 0,1 миллиметра. Под влиянием звукового давления перепонка колеблется. За перепонкой находится среднее ухо и далее внутреннее ухо, заполненное особой жидкостью, с двумя органами - органом слуха и вестибулярным аппаратом.

Орган слуха имеет около 23 тысяч клеток - анализаторов, в которых звуковые волны превращаются в нервные импульсы, идущие в мозг. Человеческое ухо воспринимает звуки частотой от 16-20 герц (Гц) до 20-22 кГц. Интенсивность звуков принято измерять в таких относительных единицах, как белы и децибелы (дБ).

Пороги восприятия звука человеком схематично показаны на рисунках 1.4 и 1.5.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Область инфразвука | Воспринимаемый диапазон | Область ультразвука |
| Оптимальный диапазон |
| 16 Гц | (0,7-6 кГц) | 20кГц  |

Рис. 1.4. Восприятие звука по частоте

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Подпороговые звуки | 0 дБ | 140 дБ  | Травмирующие звуки |
| Порог ощущения  | Болевой порог |

Рис. 1.5. Восприятие звука по интенсивности (громкости)

Более подробно характеристики звука изучаются при выполнении лабораторной работы "Производственный шум и вибрация".

Важная особенность слуха - бинауральный эффект - возможность определения направления звука. Звук доходит до ушной раковины, обращённой к источнику звука, быстрее, чем до другой, более удалённой. У людей, глухих на одно ухо, бинауральный эффект отсутствует. Бинауральный эффект мало помогает при поступлении звука сверху.

Вестибулярный аппарат - орган, обеспечивающий сохранение равновесия. Для ряда профессий состояние вестибулярного аппарата имеет особенно важное значение (моряки, лётчики, некоторые виды геодезических работ и т.д.).

Вредное влияние вибраций на человека заключается в их локальном раздражающем и повреждающем воздействии на ткани и содержащиеся в них рецепторы. Поскольку эти рецепторы связаны с центральной нервной системой, их рефлекторное действие оказывает влияние на различные системы организма.

При низких частотах механических колебаний (до 10 Гц), вибрации охватывают весь организм независимо от расположения их источника. Систематическое воздействие низкочастотных вибраций обычно поражает мышцы человека.

При воздействии высокочастотных вибраций зона их распространения ограничивается местом контакта, что вызывает изменения в стенках кровеносных сосудов и приводит к нарушению сосудистой системы.

Воздействие общей вибрации с частотой от 4-5 до 8-12 Гц связано с явлением резонанса (увеличением амплитуды колебаний отдельных органов тела человека), поэтому воздействие этих частот имеет наиболее негативные последствия.

Вибрации воздействуют на сенсорную систему. Общие вибрации ухудшают остроту и сужают поле зрения, снижают светочувствительность глаз и нарушают вестибулярную функцию. Воздействие локальных вибраций снижает вибрационную, тактильную, температурную, болевую и проприопептивную чувствительность.

Интенсивная вибрация при продолжительном воздействии приводит к серьёзным изменениям деятельности всех систем организма и, при определённых условиях, может вызвать тяжёлое заболевание - виброболезнь.

Вибрация ощущается в диапазоне частот от 1 до 10 000 Гц. Наиболее высокая чувствительность к частотам от 200 до 250 Гц. При увеличении или уменьшении частоты вибрации чувствительность снижается. Пороги вибрационной чувствительности неодинаковы для различных участков тела.