

ЭРГОНОМИКА И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

Практикум



Омск • 2013

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования «Сибирская
государственная автомобильно-дорожная академия» (СибАДИ)

Кафедра Техносферная безопасность

**ЭРГОНОМИКА
И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА**

Практикум

Составитель Д.С. Алешков, Е.А. Бедрина

Омск
СибАДИ
2013

УДК 658.345(075.4)
ББК 65.247я7

Эргономика и психофизиологические основы безопасности труда: практикум по дисциплине "Эргономика и психофизиологические основы безопасности труда"/Сост.: Д.С.Алешков, Е.А.Бедрина.-Омск: СибАДИ, 2013.- 83 с.

Практические занятия подготовлены на кафедре «Техносферная безопасность» факультета «Экономика и управление» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии.

Представлены теоретические основы эргономики и создания человекоориентированной технической среды, методики определения характеристик человека и их влияния на потребительские свойства элементов техносферы.

Для студентов направления 280700, а так же других инженерно-технических направлений подготовки.

Практическая работа № 1

Координация движений

Цель работы: изучить основные показатели координации движений, выявить факторы, и оценить их влияние на координацию движений.

1. Общие положения

В скелетных мышцах располагаются рецепторы, посылающие в головной мозг информацию о состоянии мышц - их сокращении или растяжении. Поэтому человек не глядя, знает, в каком положении пребывают разные части его тела.

Рецепторы, расположенные в мышцах (проприоцепторы) имеют сложное строение. Мышечные веретена представляют собой покрытое соединительнотканной капсулой скопление нескольких видоизмененных мышечных волокон, оплетенных одним или несколькими чувствительными нервными волокнами. Растяжение или сокращение мышечных волокон вызывает в нервном волокне возбуждение, которое направляется в зону мышечной чувствительности коры больших полушарий и к мозжечку.

Рецепторы двигательного анализатора находятся в мышцах, сухожилиях, связках и на суставных поверхностях.

Благодаря мышечному чувству определяется масса и объем предметов, производится тонкий анализ движений и их координация.

Кинестетические ощущения — ощущения движения, положения частей собственного тела и прилагаемых мышечных усилий. Кинестетические ощущения возникают в результате раздражения проприорецепторов — мышечных веретен. Кинестетическая чувствительность легко вступает в связь с другими видами чувствительности — кожной, вестибулярной, слуховой и зрительной. Этим определяется ее огромная роль как базы формирования межсенсорных связей (например, зрительно-двигательных - в процессе пространственного зрения, кожно-кинестетических - при осязании, слуховых и двигательных - при чтении и письме и т.д.). В деятельности оператора кинестетические ощущения играют большую роль при формировании двигательных навыков, они активно участвуют в процессе автоматизации и координации движений.

Под *координацией движений* понимают определенную последовательность работы мышц и развиваемых усилий, необходимых для совершения двигательного акта, близкого к заданной программе движения.

2. Выполнение работы

Координация движений рук измеряется при помощи специального прибора - координиметра. Активной частью прибора являются контактный щуп и плата, на которой размещены контактные дорожки, имеющие различную форму (прямая линия, зигзаг, спираль, отверстие).

Для исследования показателей координации движений требуется максимально быстро пройти щупом по заданной траектории, не касаясь платы. Используется щуп №1. При этом подсчитывается время, за которое пройден путь (фиксируется как общее время координации движения), и количество отклонений от заданной траектории движения, которое определяется количеством касаний щупом платы и регистрируется счетчиком. Устойчивость движений определяется по формуле:

$$P = \frac{T_v}{T_0},$$

где P - устойчивость движений, T_0 - время прохождения пути; T_v - время безошибочного действия, определяется по формуле:

$$T_v = T_0 - T_k,$$

где T_k - время касания щупом платы, $T_k = 0,1 k$; k - количество касаний.

Результаты занести в табл. 1.

Вычислить дополнительный показатель - скорость координации V , по формуле:

$$V = \frac{S}{T_0}$$

где S - путь движения по заданной траектории.

Для регистрации показателей устойчивости движения используется программа «Motorika», для чего необходимо запустить файл «Motor.exe». В появившейся форме необходимо нажатием правой кнопки «мыши» активировать кнопку «Старт».

По окончании измерений необходимо закрыть форму.

Результаты измерений хранятся в файле «Motorika.txt».

Запустить программу «Excel» и открыть в ней текстовый файл результатов теста. Который находится на диске «С», папка «Motorika» (см. рис. 1).

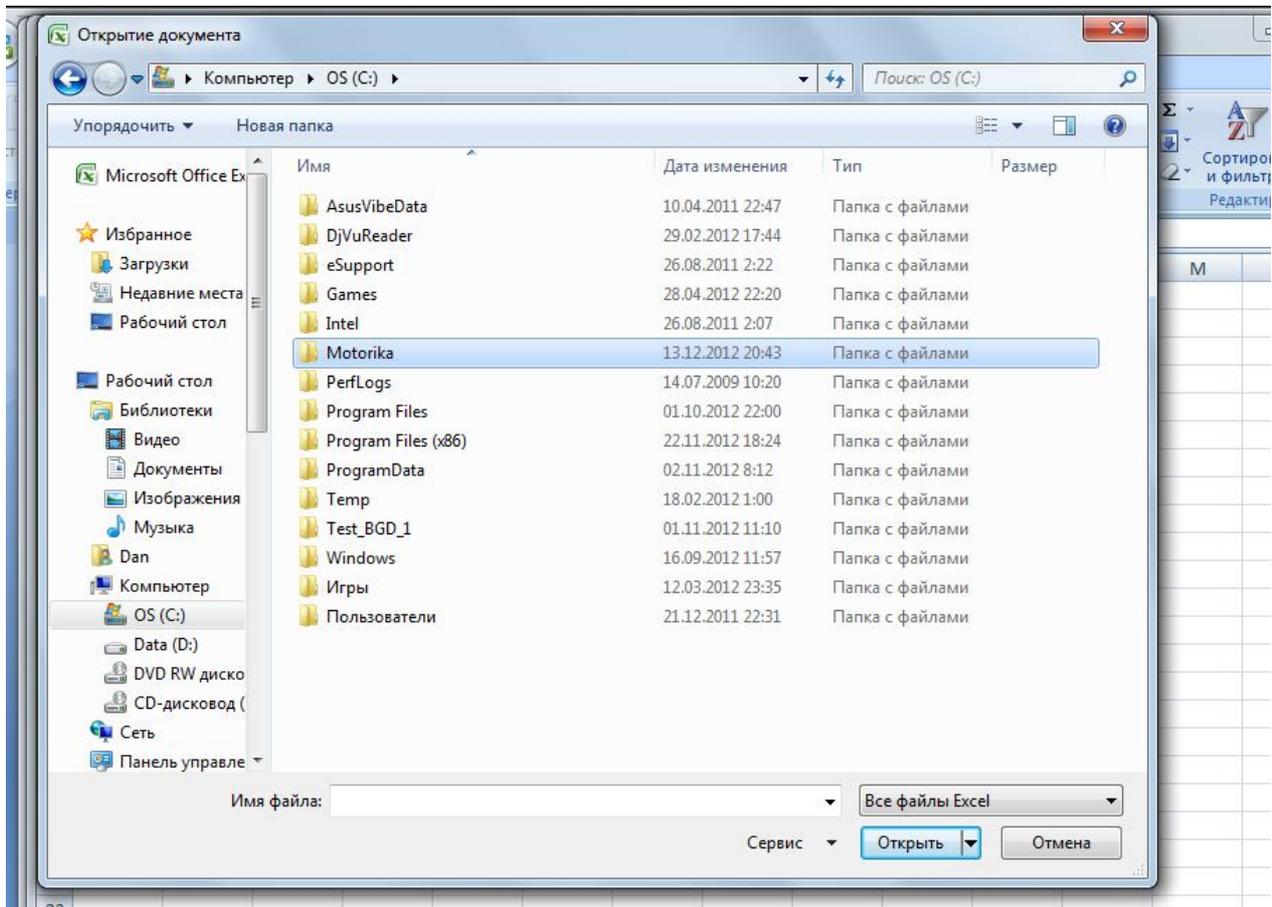


Рис. 1. Расположение папки в компьютере

Затем открыть папку «bin», затем «Debug». Далее выбрать все файлы и открыть искомый файл из появившегося списка (см. рис. 2 и 3).

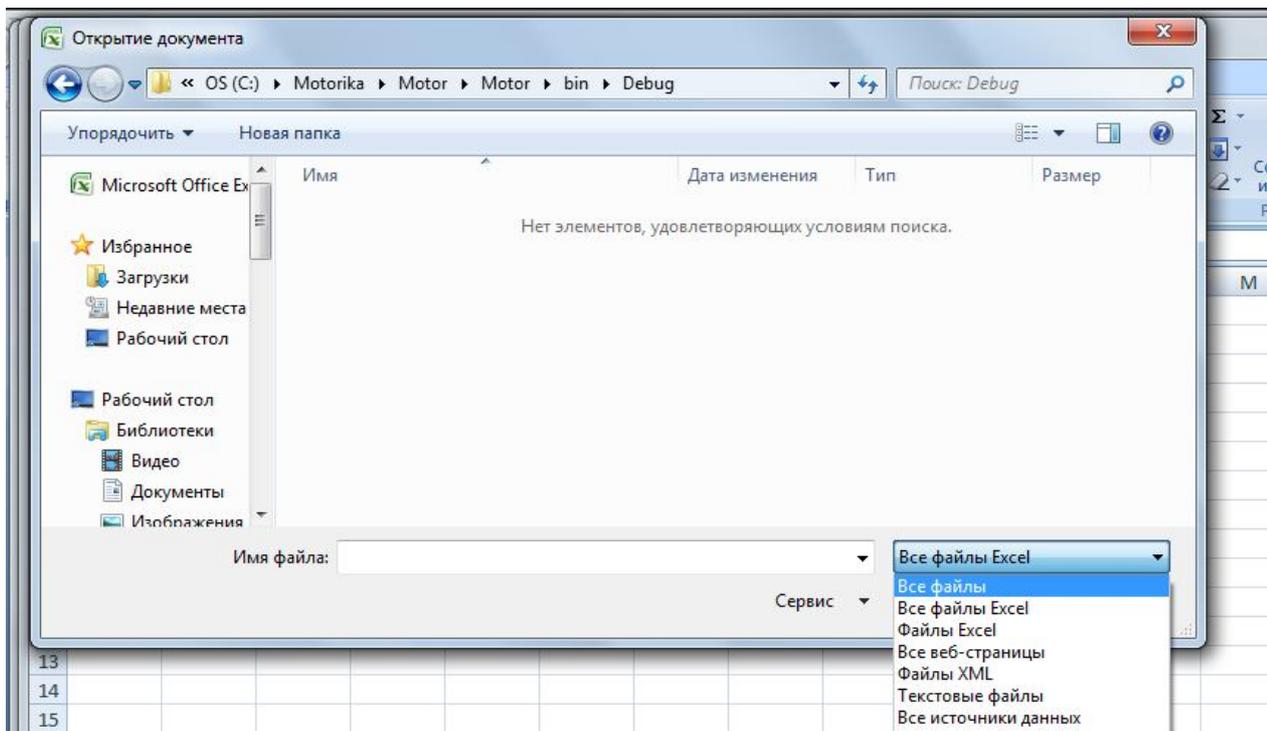


Рис. 2. Выбор списка файлов

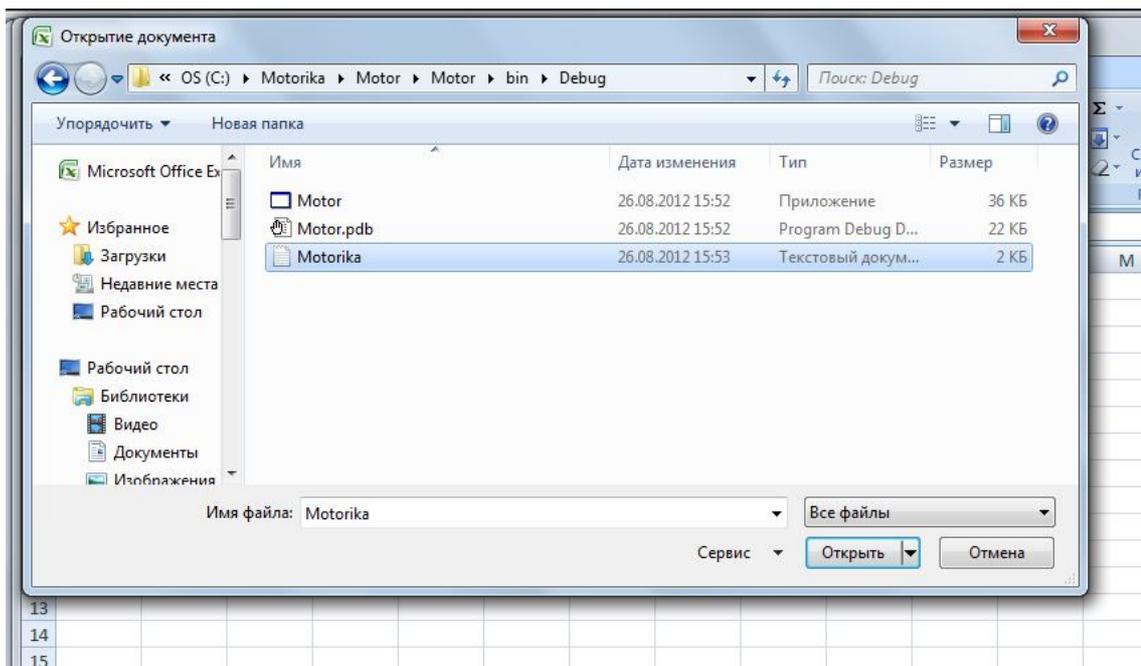


Рис. 3. Выделение искомого файла

При этом необходимо указать формат данных «с разделителями» (см. рис. 4), и указать символ разделитель «точка с запятой» (см. рис. 5).

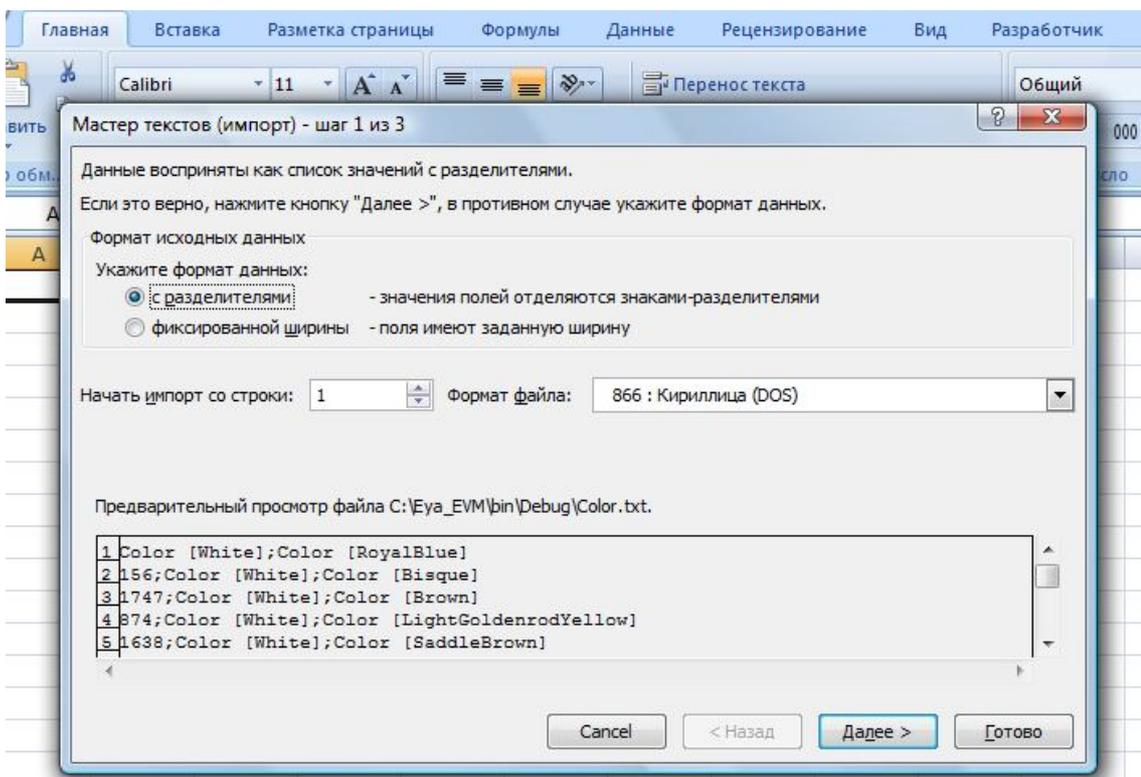


Рис. 4. Выбор формата данных

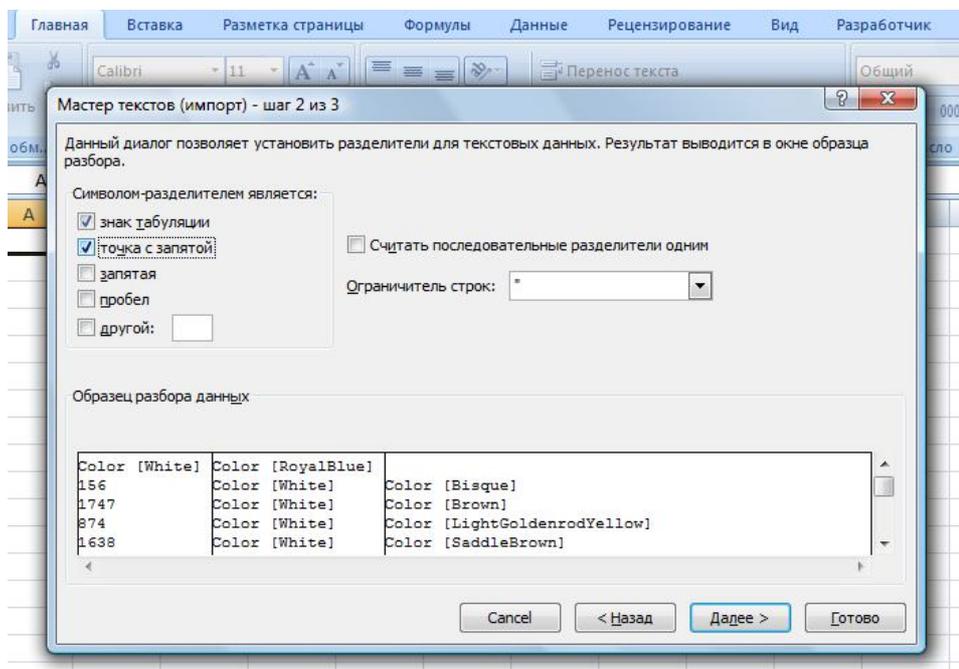


Рис. 5. Установка символа разделителя

И активировать кнопку «Готово».

Полученные результаты оформить в виде таблицы (см. табл. 1).

Таблица 1

Результаты расчетов и измерений

Показатели координации движений	Рука			
	правая		левая	
	Щуп №1	Щуп №2	Щуп №1	Щуп №2
Время прохождения пути, T_0				
Число касаний, k				
Время касаний, T_k				
Время безошибочного действия, T_v				
Устойчивость, P				
Скорость, V				

Повторить опыт с щупом №2. Результаты занести в табл. 1.

Критерии оценки координации движений представлены в табл.2. На основании полученных результатов оценить координацию движений в баллах (см. табл. 2).

Таблица 2

Критерии оценки координации движений

Показатели	Оценка координации в баллах			
	2	3	4	5
Устойчивость	0,7	0,7...0,85	0,86...0,95	более 0,95
Количество ошибок	20	13...19	12...8	менее 8
Время касаний, сек	2	1,3...1,9	1,2...0,8	менее 0,8
Скорость движения, см/сек	1,2	1,3...1,8	1,8...2,5	более 2,5

Вывод: указать, как влияют параметры щупа на координацию движений, перечислить факторы, влияющие на безошибочность и точность.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под координацией движений.
2. Что относится к основным показателям координации движений.
3. Как изменяются основные показатели координации движений при изменении параметров координиметра.

Библиографический список

1. Душков Б.А., Королев А.В., Смирнов Б.А. Энциклопедический словарь: Психология труда, управления, инженерная психология и эргономика, 2005.
2. Рубинштейн С.Л. - Основы общей психологии.- 2-е изд. (1946г.) - СПб.: Питер, 2002 - 720 с.

Практическая работа № 2

Исследование мышечных усилий и мышечной выносливости (динамометрия)

Цель работы: определить силу и выносливость правой и левой руки.

1. Общие положения

Динамометрия - метод измерения силы. Обычно измеряют мышечную силу кисти, рук, ног и туловища. Так как сила сокращения отдельных мышечных групп до известных пределов может считаться пропорциональной степени развития всей мышечной системы тела в целом, то показания динамометра (наряду с результатами измерения окружности плеча, предплечья, бедра и голени) характеризуют степень физического развития. Динамометрия применяется в антропологии, антропометрии, в невропатологии, при профессиональном отборе, при изучении утомления. Последнее применение динамометрии основано на том, что мышечная сила изменяется в зависимости от трудности и продолжительности профессиональной работы.

Силой мышц обозначают максимальное проявление произвольного усилия, которое может развивать группа мышц в определенных условиях.

При измерении изометрической силы необходимо строго соблюдать определенные позиции тела и угол соответствующих суставов. Сила идентичных групп мышц у разных людей неодинакова. Изометрическая сила пропорциональна площади поперечного сечения мышцы. Если исходить из того, что геометрическая форма мышц у людей разного роста одинакова, то сила измеряется пропорционально квадрату роста (следовательно, увеличение роста на 20% дает увеличение силы на 44 % и т.д.).

Изометрическая сила зависит от пола и возраста. Показатели силы у взрослых женщин ниже на 30-35 % по сравнению с мужчинами. Взрослые мужчины достигают максимума изометрической силы в возрасте около 30 лет, потом сила уменьшается.

Основными показателями, характеризующими деятельность мышц, являются:

- сила мышц;
- работоспособность;
- утомление;
- тонус.

✓ **Сила мышц** - это мера механического воздействия на мышцу со стороны других тел.

Степень укорочения мышцы при сокращении зависит от силы раздражителя, морфологических свойств и физиологического состояния. Длинные мышцы сокращаются на большую величину, чем короткие.

Незначительное растяжение мышцы, когда напрягаются упругие компоненты, является дополнительным раздражителем, увеличивает сокращение мышцы, а при сильном растяжении сила сокращения мышцы уменьшается. Величина сокращения снижается также при утомлении мышцы.

Изометрически сокращающаяся мышца развивает максимально возможное для нее напряжение в результате активации всех мышечных волокон. Такое напряжение мышцы называют максимальной силой. Максимальная сила мышцы зависит от числа мышечных волокон, составляющих мышцу, и их толщины. Они формируют *анатомический поперечник мышцы*, который определяется как площадь поперечного разреза мышцы, проведенного перпендикулярно ее длине. Отношение максимальной силы мышцы к ее анатомическому поперечнику называется относительной силой мышцы (кг/см^2).

Физиологический поперечник мышцы - длина поперечного разреза мышцы, перпендикулярного ходу ее волокон (см. рис. 1).



Рис. 1. Физиологический поперечник мышцы

В мышцах с параллельным ходом волокон физиологический поперечник совпадает с анатомическим. У мышц с косыми волокнами он будет больше анатомического. Поэтому сила мышц с косыми волокнами всегда больше, чем мышц той же толщины, но с продольными волокнами.

Сравнительным показателем силы разных мышц является *абсолютная мышечная сила* - отношение максимальной силы мышцы к ее физиологическому поперечнику, т.е. максимальный груз, который поднимает мышца, деленный на суммарную площадь всех мышечных волокон. В процессе мышечной работы поперечник мышцы увеличивается и, следовательно, возрастает сила данной мышцы.

Сила мышц, т.е. способность мышц сокращаться, преодолевая определенную нагрузку, - важный показатель состояния здоровья человека.

Для быстрой диагностики силы мышц можно использовать следующие приемы:

- силу мышц бедра можно определить, совершая глубокое приседание с последующим вставанием;
- для определения мышечной силы голени и стопы необходимо пройтись сначала на пятках, а затем на пальцах стоп;
- для определения силы мышц живота необходимо сесть из положения лежа на спине при согнутых в тазобедренных и коленных суставах ногах;
- для определения силы мышц спины необходимо согнуться вперед из положения стоя, затем разогнуться и т.д.

В табл. 1 представлена шкала оценки мышечной силы.

Таблица 1

Шкала оценки мышечной силы

Отсутствие признаков напряжения при попытке произвольного движения	0 баллов
Ощущение напряжения при попытке произвольного движения	1 балл
Движение в полном объеме в плоскости, параллельной по отношению к земле (движение без преодоления силы тяжести), при удобном расположении с упором на скользкую поверхность	2 балла
Движение в полном объеме под действием только силы тяжести	3 балла
Движение в полном объеме под действием силы тяжести и при небольшом внешнем противодействии	4 балла
Движение в полном объеме под действием силы тяжести с максимальным внешним противодействием	5 баллов

✓ *Работоспособность.*

Оценивая деятельность мышц, обычно учитывают только производимую ими внешнюю работу.

Работа мышцы, при которой происходит перемещение груза и костей в суставах называется динамической.

Зависимость работы от величины нагрузки выражается законом средних нагрузок: наибольшая работа производится мышцей при умеренных (средних) нагрузках.

Максимальная работа мышцами выполняется и при среднем ритме сокращения (закон средних скоростей). Мощность мышцы определяется как величина работы в единицу времени. Она достигает максимума у всех типов мышц так же при средних нагрузках и при среднем ритме сокращения.

Данные закономерности получили отражение в регламентировании нагрузок, прикладываемых к органам управления (см. табл. 2 3).

Таблица 2

Зависимость допустимых усилий вращения маховика с рукояткой от скорости, радиуса и времени непрерывного вращения при положении стоя

Допустимое усилие вращения, Н (кгс)	Частота вращения, об/с								
	при радиусе вращения 50 мм			при радиусе вращения 100 мм			при радиусе вращения 150 мм		
	и при времени непрерывного вращения, с								
	5	20	300	5	20	300	5	20	300
5,0(0,5)	4,5	3,0	1,5	4,4	3,3	1,5	3,7	2,8	1,2
10,0(1,0)	3,9	2,9	1,3	4,0	3,0	1,3	3,3	2,5	1,1
20,0(2,0)	3,8	2,8	1,3	3,7	2,8	1,2	3,1	2,3	1,0
40,0(4,0)	3,1	2,3	1,0	3,3	2,5	1,1	2,8	2,1	0,9
60,0(6,0)	2,7	2,1	0,9	3,0	2,3	1,0	2,5	1,9	0,8
80,0(8,0)	2,6	2,0	0,9	2,4	1,8	0,8	2,2	1,6	0,7

Примечания:

1. Способ управления:

для радиуса 50 мм - преимущественно кистью;

для радиуса 100 мм - преимущественно кистью с предплечьем;

для радиуса 150 мм - всей рукой (кисть, плечо и плечевой пояс).

2. Центр вращения маховика в оптимальной зоне. Оптимальная зона - по ГОСТ 12.2.033-78.

Таблица 3

Допустимые усилия нажатия на педали в положении сидя

Способ управления	Частота использования	Усилие нажатия, Н (кгс), не более
Стопой Всей ногой	Очень часто: более 120 раз в 1 ч	30 (3,0) 40 (4,0)
Стопой Всей ногой	Часто: до 120 раз в 1 ч	40 (4,0) 60 (6,0)
Стопой Всей ногой	Умеренно: до 30 раз в 1 ч	60 (6,0) 80 (8,0)
Стопой Всей ногой	Редко: не более 2 раз в 1 ч	120 (12,0) 200 (20,0)

Наибольшая мощность у быстрых мышц, которые используют анаэробный (бескислородный) метаболизм для производства энергии для сокращения. Они выполняют высокоскоростные движения, которые характеризуются большой или взрывной силой, однако утомляются они значительно раньше, чем медленные. И медленные и быстрые мышцы производят примерно одинаковое количество работы за одно сокращение, однако быстрые мышцы делают это значительно быстрее.

Медленные мышечные волокна так называются потому, что скорость их сокращения довольно низкая, однако они могут выполнять длительную непрерывную работу.

Медленные мышечные волокна выполняют следующие функции в организме:

- Динамическая работа.
- Поддержание рабочей позы (мышцы спины).

✓ **Утомление мышц.**

Утомление - временное снижение или потеря работоспособности отдельной клетки, ткани, органа или организма в целом, наступающее после нагрузок (деятельности). Утомление мышц происходит при их длительном сокращении (работе) и имеет определенное биологическое значение, сигнализируя о истощении (частичном) энергетических ресурсов.

При утомлении понижаются функциональные свойства мышцы: возбудимость, лабильность и сократимость. Высота сокращения мышцы при развитии утомления постепенно снижается. Понижаясь, сокращения делаются все более растянутыми, особенно за счет удлинения периода расслабления: по окончании сокращения мышца долго не возвращается к первоначальной длине, находясь в состоянии контрактуры (крайне замедленное расслабление мышцы). Скелетные мышцы утомляются раньше гладких (из которых состоят слюнные, потовые железы и т.д.).

В настоящее время установлено, что функциональное состояние мышц находится под влиянием центральной нервной системы и прежде всего коры больших полушарий. По двигательным нервам к мышце поступают импульсы из спинного и головного мозга, вызывая ее возбуждение и сокращение, сопровождающиеся изменением физико-химических свойств и функционального состояния мышцы.

Наступление утомления мышц можно задержать с помощью тренировки. Она развивает и совершенствует функциональные возможности всех систем организма: нервной, дыхательной, кровообращения, выделения и т.д. При тренировке увеличивается объем мышц в результате роста и утолщения мышечных волокон возрастает мышечная выносливость. В мышце повышается содержание гликогена, АТФ и креатинфосфата, ускоряется течение процессов распада и восстановления веществ, участвующих в обмене. В результате тренировки коэффициент использования кислорода при работе мышц повышается, усиливаются восстановительные процессы вследствие активизации всех ферментативных систем, уменьшается расход энергии.

✓ **Мышечный тонус** - это степень упругости мышц и то сопротивление, которое возникает при пассивном сгибании или разгибании конечности или ее части.

При оценке мышечного тонуса необходимо, взяв конечность испытуемого в свои руки, произвести ее пассивное сгибание и разгибание в суставе в среднем темпе, приблизительно в такт часовому маятнику. Оценивается ощущение произвольного сопротивления со стороны исследуемых мышц, их в той или иной степени выраженное напряжение. При снижении мышечного тонуса это напряжение и сопротивление уменьшается, а при повышении тонуса – увеличивается по сравнению с нормальным вплоть до значительного сопротивления.

2. Выполнение работы

Сила кистей рук измеряется путем максимального сжатия пружинного динамометра. Для измерения выносливости мышц кистей рук берется половина максимального усилия и удерживается стрелка динамометра на этой величине до полного утомления мышцы. Время, затраченное на удержание стрелки, является показателем выносливости.

Определяется сила и выносливость правой и левой руки. Результаты заносятся в табл. 4. Полученные данные сравниваются с критериями из табл. 5.

Таблица 4

Протокол измерений

Показатели	Кисть	
	правая	левая
Сила мышц кистей рук, кг		
Выносливость мышц к статическим напряжениям, сек		

Таблица 5

Критерии оценки силы мышц кистей рук

Показатели	Оптимальные значения		Допустимые физиологические пределы		Недопустимые значения	
	м	ж	м	ж	м	ж
Сила мышц кистей рук, кг.	35...50	15...30	30...70	15...20	менее 30	менее 15
Выносливость мышц к статическим напряжениям, сек.	73	73	40...120	40...120	менее 40	менее 40

Система доступа – это система, предусмотренная на машине для входа и выхода в зону рабочего места оператора, в зоны осмотра или технического обслуживания, а также для подъема на машину с уровня опорной поверхности и спуска с машины на уровень опорной поверхности по ГОСТ Р ИСО 2867-99 Машины землеройные. Система доступа.

Поверхности систем доступа для передвижения и нахождения персонала должны без видимой остаточной деформации выдерживать прикладываемое перпендикулярно к этим поверхностям усилие, не менее:

а) 2000 Н, сосредоточенно прикладываемое на площадку диаметром 125 мм в любом месте поверхности

или

б) 4500 Н, равномерно распределенное на квадратный метр площади поверхности.

Усилие, необходимое для открытия или закрытия распашной двери или откидной крышки, не должно превышать 135 Н.

Масса съемной крышки, закрывающей проем кабины, не должна превышать 40 кг, если ее приходится поднимать по вертикали на высоту не более 300 мм. С увеличением высоты подъема на каждые полные или неполные 300 мм масса должна уменьшаться не менее чем на 5 кг.

Поверхности системы доступа (включая любые устройства или конструктивные элементы, используемые как часть системы доступа) должны иметь нескользящее покрытие.

На рис. 2,3 представлены примеры организации систем доступа, реализующие основные принципы эргономики и обеспечивающие антропометрическую совместимость.

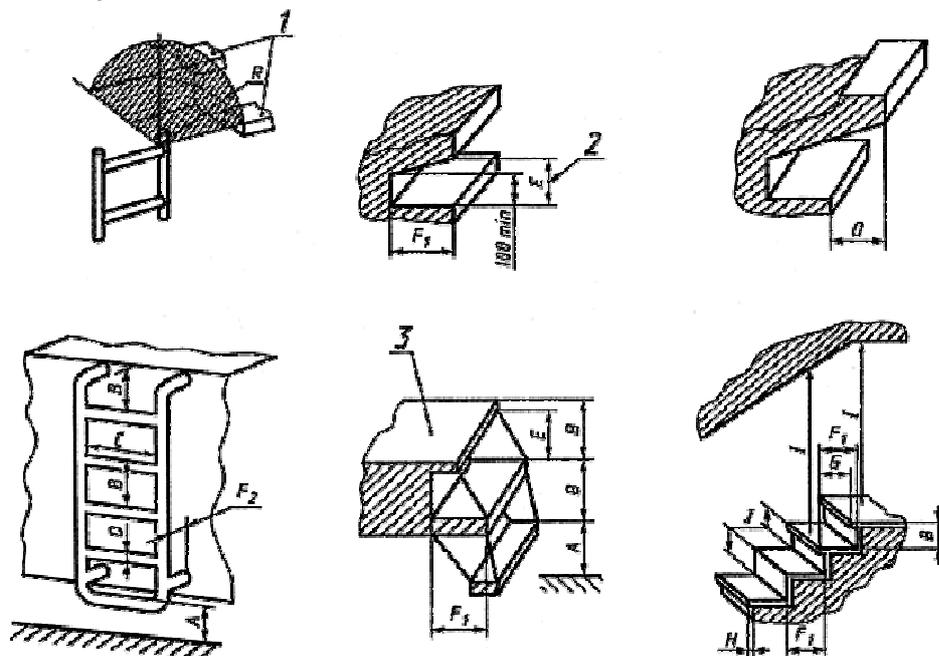


Рисунок 2 - Лестницы, трапы, ступени, перекладины: 1 - платформа; 2 - просвет между ступенями; 3 - уровень платформы; R - радиус сферы

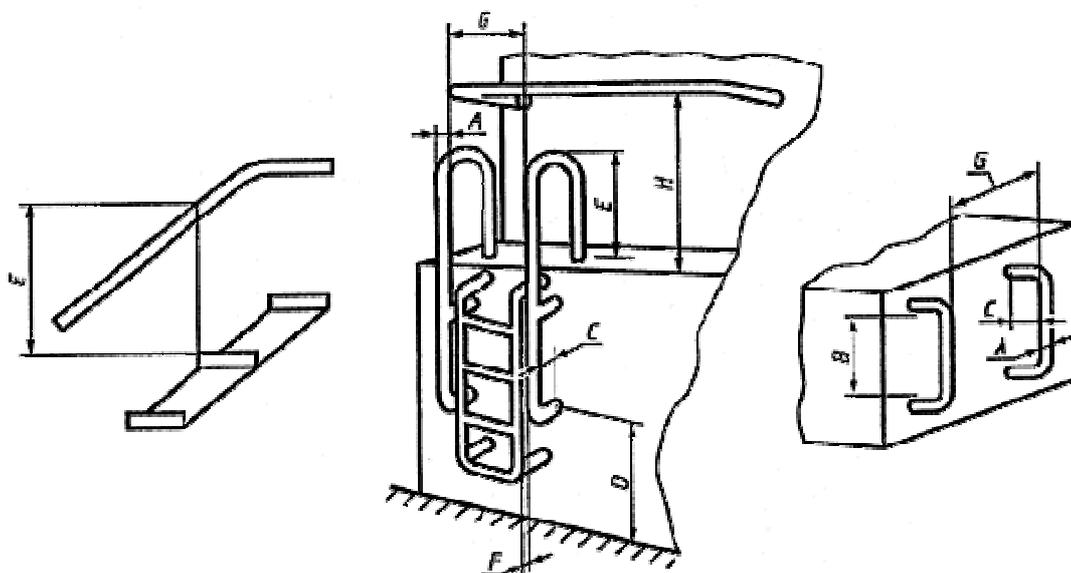


Рисунок 3 - Поручни и скобы

В таблицах 6,7 приведены размеры лестниц, трапов, ступеней, перекладин; размеры поручней и скоб.

Таблица 6

Размеры лестниц, трапов, ступеней и перекладин

Условное обозначение	Описание	Размер, мм		
		не менее	не более	основной
<i>A</i>	Высота первой ступени над уровнем грунта или платформы	-	700	400
<i>B</i>	Шаг подъема:			
	трапа	230 ¹⁾	400 ²⁾	300
	лестницы	-	250	180
<i>C</i>	Ширина ступени:			
	для одной стопы	160	-	200
	для обеих стоп	320	-	400
<i>D</i>	Рабочая поверхность перекладины (диаметр ³⁾ или ширина)	19	-	60
<i>E</i>	Просвет между ступенями	150	-	190
<i>F₁</i>	Глубина:			
	ступени и трапа	130 ³⁾	-	200
	лестницы и перехода по стреле	240	400	300
<i>F₂</i>	Зазор для носка стопы (свободное пространство сзади перекладины)	150	-	200
<i>G</i>	Проступь	130	-	-
<i>H</i>	Свес рабочей поверхности ступени	-	25	0
<i>I</i>	Свободная высота над ступенью, ведущей к проходу	2000	-	>2000
<i>J</i>	Модуль ступени ⁴⁾	-	800	600
<i>Q</i>	Максимальное заглубление 1-й ступени лестницы	-	10 ⁵⁾	-
<i>R</i>	Расположение ступеней лестницы	-	300	0

¹⁾ Не более 150 мм от верхней ступени лестницы до поверхности платформы.

²⁾ Для гусеничных (колесных) систем - не более 500 мм от гусеницы (ступени) до поверхности платформы.

³⁾ Диаметр перекладины трапа не менее 19 мм, если есть вероятность повреждения перекладины от удара и наслоения мусора или грязи.

⁵⁾ 30 мм для ступеней, которые являются частью крыла гусеницы.

Размеры поручней и скоб

Условное обозначение	Описание	Размер, мм		
		не менее	не более	основной
<i>A</i>	Ширина (диаметр или размер по граням): трапа ступени или прохода	16 ¹⁾	38	25
	поручня лестницы и рамп	16	80	50
<i>B</i>	Длина между радиусами изгиба скоб для опоры ног	150	-	250
<i>C</i>	Зазор между руками и монтажной поверхностью	75	-	75
<i>D</i>	Высота над установочной поверхностью	-	1600	900
<i>E</i>	Высота установки поручня над ступенью, платформой, лестницей или рампой	850	960	900
<i>F</i>	Смещение поручня скобы от края ступени	75	200	150
<i>G</i>	Ширина между параллельными поручнями: трапа	-	600 ²⁾	400 ³⁾
	лестницы и рамп	460	-	700
<i>H</i>	Высота над проходом, коридором, ступенью или площадкой	850	1400	900

¹⁾ 19 мм, если расположение вертикальное.
²⁾ Не более 800 мм, если поручни (скобы) являются неотъемлемой частью дверного проема.
³⁾ 600 мм, если требуется зазор для прохождения бедер

На рис. 4 и в таблице 8 приведены размеры проемов кабин.

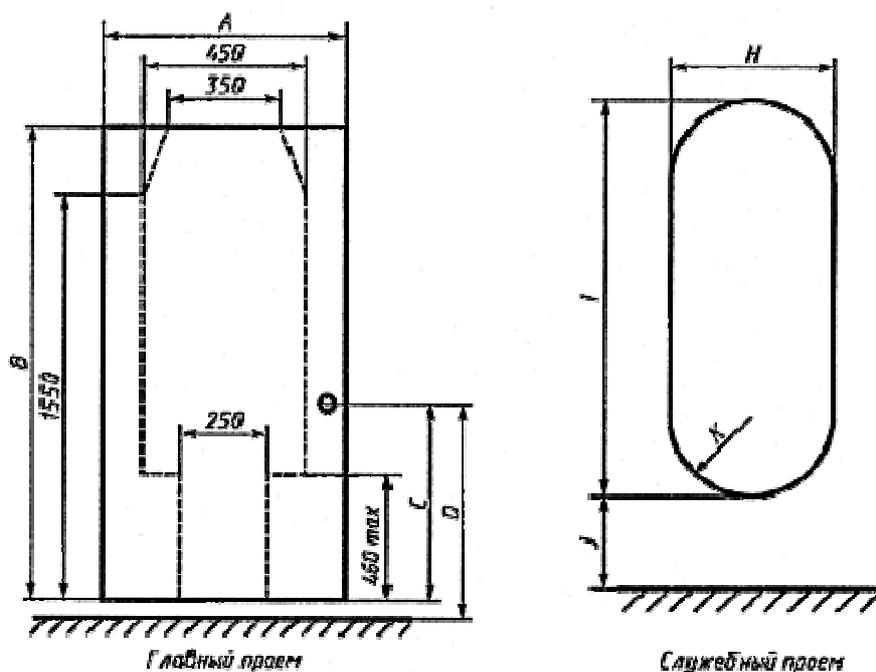


Рисунок 4 - Проемы кабин

Размеры проемов кабин

Условное обозначение	Описание	Размер, мм		
		не менее	не более	основной
<i>A</i>	Главный проем Ширина	450	-	680
<i>B</i>	Высота: кабины для работы сидя	1300	-	>1300
	кабины для работы стоя	1800	-	>1800
<i>C</i>	Высота от пола до внутренней ручки двери: кабины для работы сидя	350	850	>350
	кабины для работы стоя	800	1000	>800
<i>D</i>	Высота от поверхности площадки до наружной ручки двери ¹⁾	500	1500 ¹⁾	900
	Запасной проем: круглый (диаметр)	650	-	>650
	квадратный	600×600	-	>600×600
	прямоугольный	470×650	-	>470×650
	Служебный проем			
<i>H</i>	Ширина	450	-	680
<i>I</i>	Высота	760	-	1100
<i>J</i>	Высота нижнего края от пола	-	500	250
<i>K</i>	Радиус закругления	-	0,5H	150

¹⁾ 700 мм, если человек стоит на грунте.

Вывод: дать критериальную оценку мышечной выносливости и силе кистей рук.

Контрольные вопросы

1. Каковы цели динамометрии?
2. Какие факторы влияют на мышечную выносливость?
3. Перечислить основные показатели работы мышц.

Библиографический список

1. Бернштейн, Н. А. Физиология движений и активность / Н. А. Бернштейн. - М, Наука, 1990. – 153 с.
2. Солодков, А.С. Физиология человека / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб М.,2005. – 235 с.
3. ГОСТ Р ИСО 2867-99 Машины землеройные. Система доступа.
4. ГОСТ 12.2.033-78 Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.

Практическая работа № 3

Оценка антропометрических качеств средств индивидуальной защиты

Цель работы: освоить методику определения размеров основных средств индивидуальной защиты работающих (перчаток, противогаза, головного убора, обуви и одежды), обеспечивающие антропометрическую совместимость при их использовании.

1. Общие положения

Согласно Техническому регламенту «О безопасности средств индивидуальной защиты», средство индивидуальной защиты (СИЗ) – это носимое на человеке средство индивидуального пользования для предотвращения или уменьшения воздействия на человека вредных и (или) опасных факторов, а также для защиты от загрязнения.

В соответствии с Трудовым кодексом РФ обязанностью работодателя является обеспечение работника средствами индивидуальной защиты, а обязанностью работника является их использование. Перечни необходимых СИЗ для выполнения конкретных видов работ представлены в подзаконных актах исполнения. Например, в Приложении 5 представлен необходимый перечень СИЗ для водителя автомобиля, согласно Постановлению Минздравсоцразвития РФ № 541н.

Применение многих СИЗ вызывает дополнительные изменения в состоянии человека, которые могут увеличить рабочее напряжение и ускорить наступление утомления. В соответствии с Техническим регламентом «О безопасности средств индивидуальной защиты» СИЗ должны иметь конструкцию, соответствующую антропометрическим данным пользователя, при этом размеро-ростовочный ассортимент должен учитывать все категории пользователей

Эргономические показатели СИЗ группируют следующим образом:

1. физиологические - характеризующие воздействие СИЗ на состояние организма человека;
2. психологические - характеризующие отношение человека к применению СИЗ, удовлетворенность (или неудовлетворенность) их применением, воздействие СИЗ на психику человека;
3. гигиенические - уровни вредных и (или) опасных производственных факторов, на предотвращение воздействия которых рассчитано СИЗ.
4. антропометрические - размеры, особенности формы и строения тела человека, которым должно соответствовать СИЗ.

При необходимости учитываются также другие эргономические свойства средств индивидуальной защиты, например сложность освоения человеком правил его использования.

Можно выделить следующие воздействия СИЗ на человека:

- изменение условий дыхания;
- изменение обмена теплоты;
- изменение работы мышц;
- ограничение процесса восприятия и общения и др.

Применение изолирующих костюмов и средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) увеличивает работу дыхательных мышц и является основным фактором дополнительной нагрузки для применяющего СИЗОД человека.

Установлено, что в положении сидя, в покое, у человека, применяющего СИЗОД, эта работа увеличивается примерно в полтора-два раза, при выполнении небольшой работы увеличение происходит в два-три раза. При тяжелой работе, когда затраты на работу дыхательных мышц в связи с возрастающей легочной вентиляцией увеличиваются еще больше, дополнительное сопротивление может стать причиной ограничения доступной для человека интенсивности и длительности труда.

Применение средств индивидуальной защиты тем больше влияет на тепловой баланс, чем большие площади поверхности тела закрыты им и чем, соответственно, больше оно влияет на отдачу теплоты. Кроме того, может наблюдаться и местное влияние на отдачу теплоты, например локальные влияния на тепловой баланс кистей рук или стоп.

В обычной специальной одежде, обуви, рукавицах (перчатках) шлемах или касках нарушения отдачи теплоты не достигают (или редко достигают) критического уровня, но могут создавать более или менее выраженный дискомфорт. Он возникает вследствие перегревания, особенно при высоких температурах, а также вследствие переохлаждения при низких температурах окружающей среды.

Использование СИЗ вызывает необходимость совершать дополнительные мышечные усилия, обусловленные, прежде всего, массой носимых средств. Поэтому для всех СИЗ установлены ПДУ массы. При оценке дополнительной работы необходимо учитывать группы мышц, занятые в удержании массы СИЗ. Сила различных групп мышц неодинакова и зависит от их величины (поперечного сечения мышечных волокон). Наиболее крупные и, соответственно, сильные мышцы находятся на конечностях и туловище. Мышцы шеи, благодаря работе которых выполняются движения головы мало приспособлены для дополнительных нагрузок.

Если часть устройств данного СИЗ носят на голове, а часть (например, фильтрующую коробку противогаса) отдельно на туловище, нормируют также отдельно массу, оказывающую нагрузку непосредственно на голову. Дополнительную нагрузку составляет и удержание в определенном положении носимого СИЗ.

Из-за несовершенства СИЗ возникают дополнительные динамические и статические нагрузки. СИЗ не должны ограничивать максимальные амплитуды движений в суставах, во всяком случае, следует стремиться к минимизации таких ограничений и возможно большей свободе движений.

В некоторых случаях на мышечную работу, выполняемую в связи с применением СИЗ, влияют также их габариты. При выполнении работ в помещениях ограниченного объема (шахтах и пр.) габариты СИЗ, в частности изолирующих, могут явиться препятствием для выполнения трудовой деятельности.

Кроме возможных нарушений зрительного и слухового анализаторов при работе в СИЗ следует учитывать помехи для точности ручной работы, возникающие при применении средств защиты рук. Перчатки и рукавицы, особенно если они не соответствуют кисти руки по размерам и (или) плохо индивидуально подогнаны, ограничивают координацию движений и могут препятствовать выполнению точных трудовых действий пальцами рук.

Совокупность перечисленных выше воздействий СИЗ сказывается на общем состоянии организма, состоянии психики человека и успешности трудовой деятельности.

Требования к СИЗ предусматривают возможность успешной работы при их применении в течение целой рабочей смены. В особо вредных и опасных условиях для некоторых СИЗ длительность работы сокращается до 4–6 ч, а в аварийных условиях — даже до 30–60 мин.

Совокупность неблагоприятных воздействий некоторых конструкций СИЗОД и изолирующих костюмов на различные процессы в организме приводит к снижению возможной интенсивности работы на 30–50% и более. Они могут привести к неудовлетворенности работающего, способствовать увеличению рабочего напряжения, снизить работоспособность человека. Отдельно при оценке влияния СИЗ на деятельность человека должна быть рассмотрена сложность их освоения работающими. Степень сложности и относительной трудности освоения любого технического устройства составляет элемент его эргономической оценки. Следует предусматривать специальное время на обучение использованию СИЗ и тренировку.

Эргономическая характеристика СИЗ является комплексной, учитывающей как технические параметры СИЗ, так и физиологические реакции человека при их применении.

2. Выполнение работы

1. Подготовить мерную ленту.

2. Провести измерение головы по замкнутой линии, проходящей через лоб. Результат измерения округлить до 0,5 см. Результаты измерений занести в табл. 1.

3. Определить размер перчатки, используя Приложение 1. Результаты занести в табл. 1.

4. Произвести оценку соответствия готового изделия (перчатки) требованиям «Технических условий» используя Приложение 1. Результаты оценки занести в табл. 2.

5. Используя табл. 4, определить рост маски гражданского противогаза ГП-5. Для этого необходимо провести измерение головы по замкнутой линии, проходящей через макушку, щеки и подбородок. Результат измерения округлить до 0,5 см.

6. Выбранный рост маски занести в табл.3.

7. Используя данные таблицы 5 определить наименование химически опасных веществ, от действия которых обеспечивается защита фильтрующей коробкой противогаза. Результаты занести в табл. 3.

8. Поставить ногу на лист бумаги, сделать отметки по пятке и большому пальцу (отмечать впритык по большому пальцу), измерить расстояние в см. Используя приложение 4, определить размер обуви. Результаты занести в табл. 1.

9. Произвести измерение и определение размеров одежды. Результаты занести в табл. 1.

10. Заполнить личную карточку учета выдачи средств индивидуальной защиты (см. Приложение 2).

Таблица 1

Наименование СИЗ	Результаты измерений, см	Российский размер	Размер USA (Приложение 4)
Одежда			
Обувь			
Головной убор			
Перчатки			

Таблица 2

	Размеры деталей перчаток, см	Размер перчатки	Степень соответствия, деталей
Общая длина			
Ширина			
Длина напульсника			

Таблица 3

Наименование СИЗ	Результаты измерений, см	Рост маски	Марка коробки	Наименование химически опасного вещества

Таблица 4

Определение размера маски-шлема противогАЗа

Величина измерения, см	До 63	63,5...65,5	66...68	68,5...70,5	71 и более
ГП-5	0	1	2	3	4

Таблица 5

Фильтрующие СИЗ органов дыхания

Марка коробки	Опознавательная окраска	Наименование химически опасного вещества
А	Коричневый	Бензин, керосин, ацетон, бензол, ксилол, толуол, спирты
В	Желтый	Хлор, сероводород, синильная кислота, азота оксид, фосген, водород, сернистый газ
КД	Серый	Аммиак, сероводород
БКФ	Зеленый	Кислые пары и газы, фосфористый водород
Г	Черный	Ртуть

Приложение 1

Согласно, ТУ 17 РСФСР 0300142-45-91 «Перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием. Технические условия»:

1. Готовые изделия должны соответствовать ГОСТ 5007-87 и образцу-эталону (по внешнему виду, форме и качеству).

2. Размеры отдельных деталей перчаток и их предельное отклонение должны соответствовать таблице 1.

Таблица 1

Таблица соответствия размеров отдельных деталей перчаток

Размеры деталей перчаток	19	20	22	Отклонения, ± см
Общая длина	27,5	28,5	30	1,5
Ширина	9,0	9,5	10,5	0,5
Длина напульсника	8,0	8,0	8,0	0,3

3. Размер перчаток определяют длиной окружности в сантиметрах кисти рук, измеряемой посередине между основаниями большого и указательного пальцев.

4. Измерение готовых перчаток производится по ладонной стороне. Основными измерениями, определяющими размер перчаток, являются общая длина, ширина и длина среднего пальца.

Приложение 2

ЛИЧНАЯ КАРТОЧКА N _____
учета выдачи средств индивидуальной защиты

Фамилия _____
 Имя _____ Отчество _____
 Табельный номер _____
 Структурное подразделение _____
 Профессия (должность) _____
 Дата поступления на работу _____
 Дата изменения профессии
 (должности) или перевода в
 другое структурное
 подразделение _____

Пол _____
 Рост _____
 Размер:
 одежды _____
 обуви _____
 головного убора _____
 противогаза _____
 респиратора _____
 рукавиц _____
 перчаток _____

Наименование средств индивидуальной защиты	Пункт Типовых отраслевых норм	Единица измерения	Количество на год

Руководитель структурного подразделения _____

Оборотная сторона личной карточки

Наименование средств индивидуальной защиты	ГОСТ, ОСТ, ТУ, сертификат соответствия	Выдано							
		дата	кол-во	% износа	стоимость, руб.	расписка в получении	дата	кол-во	% износа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Обозначение защитных свойств:

- Ми** - от истирания;
- Ву** - водоупорные;
- К80** - от кислот концентрации (по серной кислоте) от 50% до 80%;
- К50** - от кислот концентрации (по серной кислоте) от 20% до 50%;
- Щ20** - от растворов щелочей концентрации до 20% (по едкому натру);
- Тп** - от контакта с поверхностями, нагретыми выше 45°C;
- Ти** от теплового излучения;
- Рр** - от искр, брызг расплавленного металла, окалины;
- Нс** - от сырой нефти;
- Нт** - от твердых нефтепродуктов.

Приложение 4

Таблица размеров головных уборов

Размер USA	XS	S	M	L	XL
		7	7,25	7,5	7,75

Обхват головы, см	52...54	55...56	57...58	59...60	61...62
-------------------	---------	---------	---------	---------	---------

Таблица размеров перчаток

Размер USA	S	M	L	XL	2 XL
Обхват ладони, см	16,5...18	19...20,5	21,5...23	24...25,5	26,5...28

Таблица размеров обуви

Размер USA	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	12	13	14
Российский размер	40	40,5	41	41,5	42	42,5	43	43,5	44	45	46	47
Длина стопы, см	25	25,5	26	26,5	27	27,5	28	28,5	29	30	31	32

Таблица размеров мужской верхней одежды

Российский размер	46-48	48-50	50-52	52-54	54-56
Размер USA	36-38	38-40	40-42	42-44	44-46
Международный	S	M	L	XL	XXL
Европа	46-48	48-50	50-52	52-54	54-56
Обхват груди	92	96	100	104	108
Обхват талии	80	84	88	92	96
Обхват шеи	39	40-41	41-42	42-43	43-44
Рост	164-170	170-176	176-182	182-188	188

Таблица размеров женской верхней одежды

Российский размер	44	46	48	50	52	54	56	58
Размер USA	10	12	14	16	18	20	22	24
Международный	S	M	M	L	XL	XL	XXL	XXL
Европа	38	40	42	44	46	48	50	52
Обхват груди	88	92	96	100	104	108	112	116
Обхват бедер	96	100	104	108	112	116	120	124
Рост	158	164	164-170	170	170	170	170	170

Приложение 5

**Перечень СИЗ для водителя автомобиля
(по Постановлению Минздравсоцразвития РФ № 541н)**

№ п/п	Профессия или должность	Наименование средств индивидуальной защиты	Норма выдачи на год (единицы, комплекты)
2.	Водитель автомобиля	При управлении грузовым и специальным автомобилями, автокраном, тягачом:	
		Комбинезон хлопчатобумажный	1
		Рукавицы комбинированные двупалые	2 пары
		Зимой в особом и IV поясах дополнительно:	
		Куртка на утепляющей прокладке	По поясам
		Брюки на утепляющей прокладке	По поясам
		Валенки	По поясам
		При управлении автомобилем с неотапливаемой кабиной в III, II и I поясах на пригородных линиях протяженностью более 50 км зимой дополнительно:	
		Куртка на утепляющей прокладке	Дежурная
		Брюки на утепляющей прокладке	Дежурные
	Валенки (в III поясе)	Дежурные	

Далее представлен перечень сигнальной одежды для водителя автомобиля, согласно Приказу Минздравсоцразвития РФ от 20.04.2006 № 297 «Об утверждении типовых норм бесплатной выдачи сертифицированной специальной сигнальной одежды повышенной видимости работникам всех отраслей экономики».

Перечень сигнальной одежды для водителя автомобиля

№	Профессия или должность	Наименование сигнальной спецодежды	Класс защиты	Норма выдачи на год (единиц или комплектов)
2	Водитель автомобиля	Жилет сигнальный	2	1

Вывод: указать соответствие оцениваемых средств индивидуальной защиты требованиям нормативно-технической документации, перечислить основные антропометрические параметры, необходимые для выбора средств индивидуальной защиты.

Контрольные вопросы

1. Как определяются размеры средств индивидуальной защиты?

2. Какие требования предъявляются к средствам индивидуальной защиты органов дыхания?
3. Классификация средств индивидуальной защиты?
4. Эргономические показатели СИЗ?

Библиографический список

1. Приказ «Об утверждении Межотраслевых правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты» (утв. Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации) от 1 июня 2009г, № 290н.
2. Постановление «Об утверждении Типовых отраслевых норм бесплатной выдачи работникам специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты» (с изменениями на 26 апреля 2004 года) (утв. Министерством труда и социального развития РФ от 16 декабря 1997г, № 63).
3. Технический регламент «О безопасности средств индивидуальной защиты» (утв. постановлением Правительства РФ от 24 декабря 2009 г. № 1213).
4. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 20.04.2006 № 297 «Об утверждении типовых норм бесплатной выдачи сертифицированной специальной сигнальной одежды повышенной видимости работникам всех отраслей экономики».

Практическая работа № 4

Определение положения общего центра тяжести тела графическим способом (сложением сил тяжести)

Цели работы: научиться определять положение центров тяжести (ЦТ) звеньев; положение общего центра тяжести тела (ОЦТ) (для выполнения данной работы используется фотография или промер работника, находящегося в безопорном положении).

1. Общие положения

Антропометрия - один из основных методов изучения морфологических (индивидуальных и групповых) особенностей человека. Антропометрия широко применяется в медицине, главным образом при изучении физического развития человека, являющегося показателем влияния социально-экономических, гигиенических и других факторов. При минимальной программе антропометрического обследования измеряют рост, вес, окружность груди, дают описание развития мускулатуры и подкожного жирового слоя; при более детальной — производят дополнительно ряд измерений черепа (краниометрия), конечностей, отдельных сегментов туловища и др. Антропометрия включает и функциональные показатели: определение мышечной силы кисти (динамометрия) и жизненной емкости легких (спирометрия). В зависимости от объектов и целей исследования антропометрию делят на клиническую, школьную, профессиональную и др.

В настоящее время применяют следующие термины с соответствующими определениями (рис. 1) согласно ГОСТ Р ИСО 3411-99 «Антропометрические данные операторов и минимальное рабочее пространство вокруг оператора»:

операторы низкого роста: операторы, которые по росту составляют 5% всего количества операторов и имеют антропометрические данные ниже указанных в табл. 1;

операторы среднего роста: операторы, которые по росту составляют 90% всего количества операторов и имеют антропометрические данные ниже и выше указанных в табл. 1;

операторы высокого роста: операторы, которые по росту составляют 5% всего количества операторов и имеют антропометрические данные выше указанных в табл. 1 значений.

Антропометрические данные операторов низкого, среднего и высокого роста в положениях стоя и сидя приведены на рисунках 1 и 2 и табл. 1, 2, 3.

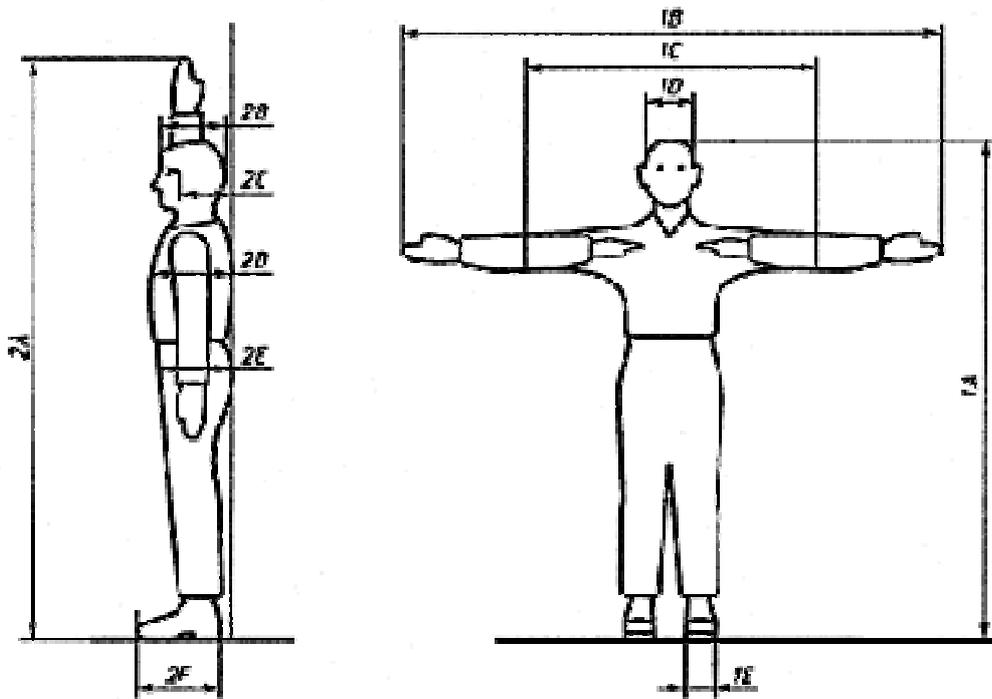


Рисунок 1 - Размеры оператора в спецодежде в положении стоя

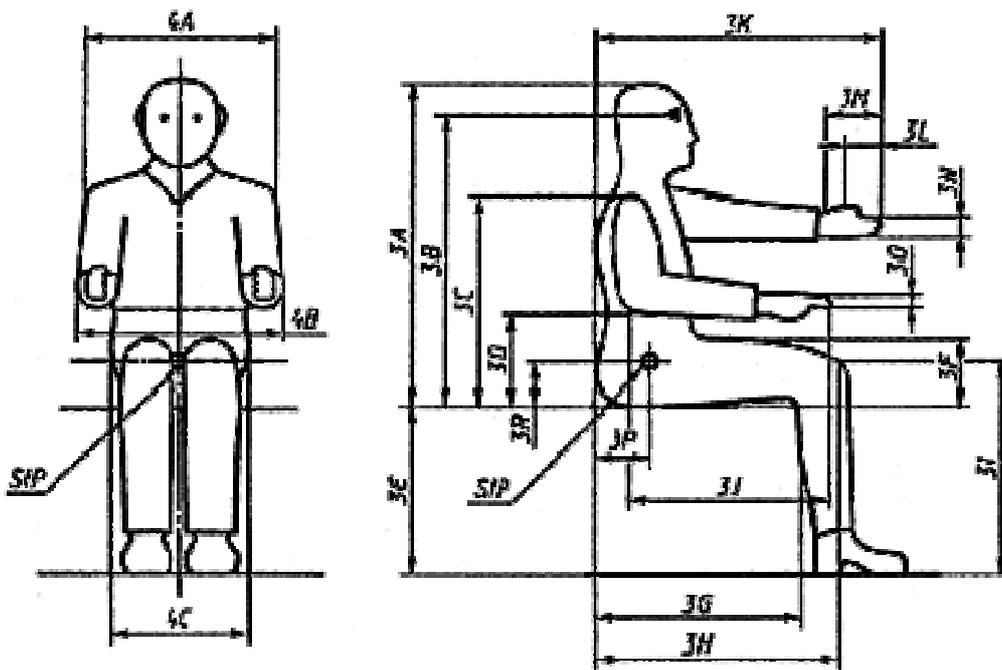


Рисунок 2 - Размеры оператора в спецодежде в положении сидя

Расстояния между суставами тела операторов низкого, среднего и высокого ростов приведены на рисунке 3.

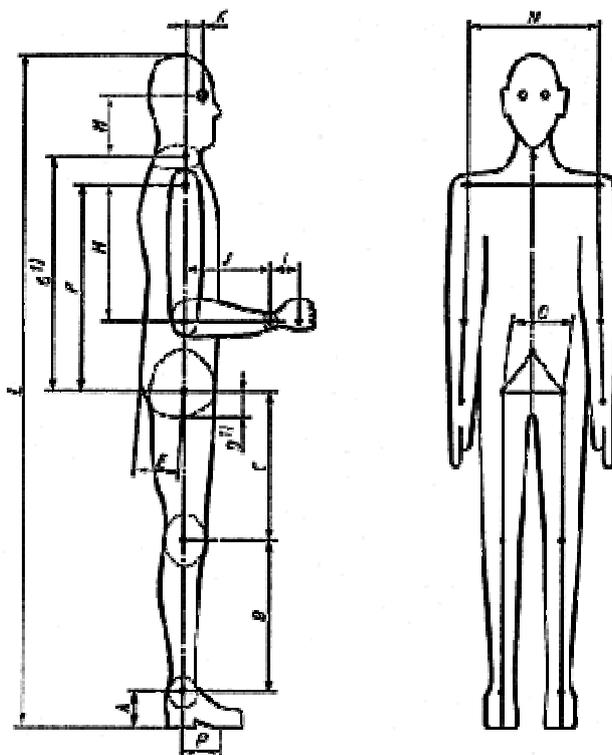


Рисунок 3 - Расстояние между суставами тела оператора

Таблица 1

Параметры оператора

Условное обозначение	Параметры оператора, мм	Рост (вес) оператора			
		низкий (55 кг)	средний (76,5 кг)	высокий (98 кг)	высокий (109 кг)
1A	Рост ^{1),2)}	1550	1715	1880	1920
1B	Размах рук	1585	1750	1920	1960
1C	Размах рук, согнутых в локтях	850	950	1050	1125
1D	Ширина головы ^{3), 4)}	140	152	165	265
1E	Ширина обуви	95	105	115	140
2A	Предел досягаемости над головой (по кончикам пальцев)	1900	2100	2300	2325
2B	Длина головы ⁴⁾	170	188	205	255
2C	Удаленность глазного дна по отношению к вертикали	170	188	205	245
2D	Толщина грудной клетки	210	245	280	355
2E	Толщина брюшной полости	210	255	300	400
2F	Длина обуви	250	285	320	345

¹⁾ Прибавить 50 мм на защитную каску или шлем, кроме операторов высокого роста.

³⁾ Размеры ширины головы даны без учета ушей.

⁴⁾ Размеры головы: в каске: длина \approx 310 мм, ширина \approx 270 мм; в шлеме: длина \approx 280 мм, ширина \approx 230 мм.

Параметры отдельных частей тела оператора

Условное обозначение	Параметры оператора, мм	Рост оператора			
		низкий	средний	высокий	высокий
3A	Высота в положении сидя ¹⁾	800	880	960	990
3B	Высота расположения глаз в положении сидя ²⁾	690	765	840	850
3C	Высота расположения плеч	530	590	650	680
3D	Высота расположения локтя	200	235	270	260
3E	Высота расположения горизонтальной поверхности сиденья	400	445	490	490
3F	Толщина бедра	120	145	170	200
3G	Удаленность икры от вертикали	420	470	520	500
3H	Удаленность колена от вертикали	530	590	650	680
3I	Высота колена	500	560	620	640
3J	Длина кисти руки с предплечьем	410	460	510	535
3K	Предел досягаемости вытянутой вперед руки	750	825	900	915
3L	Уменьшение предела досягаемости за счет сжатия кисти руки	-65	-72	-80	-85
3M	Длина кисти руки	170	188	205	210
3N	Ширина кисти руки ³⁾	80	86	95	105
3O	Толщина кисти руки ⁴⁾	25	30	35	45
3P	Удаленность SIP от вертикали	113	125	137	147
3R	Высота расположения SIP от горизонтальной поверхности сиденья	80	88	97	107
4A	Ширина плеч	380	440	500	540
4B	Ширина по прижатым локтям	385	450	515	635
4C	Ширина по бедрам в положении сидя	320	365	410	450

¹⁾ Прибавить примерно 50 мм на защитную каску или шлем, если требуется, кроме операторов высокого роста.

³⁾ Ширина кисти руки приведена без учета большого пальца руки.

⁴⁾ Толщина кисти руки дана по основанию пальцев и соответствует толщине ладони.

Антропометрические параметры в выпрямленном положении

Условное обозначение	Параметры оператора, мм	Рост оператора		
		низкий	средний	высокий
<i>A</i>	Высота лодыжки (с обувью)	98	109	119
<i>B</i>	Длина голени	367	406	445
<i>C</i>	Длина бедра	372	412	452
<i>D</i>	Расстояние (по вертикали) от точки бедра до ягодицы ¹⁾	80	88	97
<i>K</i>	Расстояние (продольное) от точки бедра до ягодицы	113	125	137
<i>F</i>	Длина туловища	396	438	480
<i>G</i>	Расстояние от точки бедра до точки поворота шеи ¹⁾	481	533	584
<i>H</i>	Длина верхней части руки	247	274	300
<i>I</i>	Расстояние от запястья до точки сжатия	105	116	127
<i>J</i>	Длина предплечья	220	244	267
<i>K</i>	Расстояние от глаз до осевой линии туловища	71	78	86
<i>L</i>	Рост (с учетом обуви)	1550	1715	1880
<i>M</i>	Расстояние от уровня глаз до точки поворота шеи	133	148	162
<i>N</i>	Ширина по точкам поворота плеч	310	343	376
<i>O</i>	Ширина по точкам поворота бедер	152	169	185
<i>P</i>	Расстояние от лодыжки до точки приложения усилия к педали	124	137	150

¹⁾ Для оператора в положении сидя.

Примечание - Размеры соответствуют требованиям приложения А ГОСТ 27258.

Схемы антропометрических признаков тела человека в положении стоя и сидя по ГОСТ 12.2.049-80 «Оборудование производственное. Общие эргономические требования» приведены на рисунках 4 и 5.

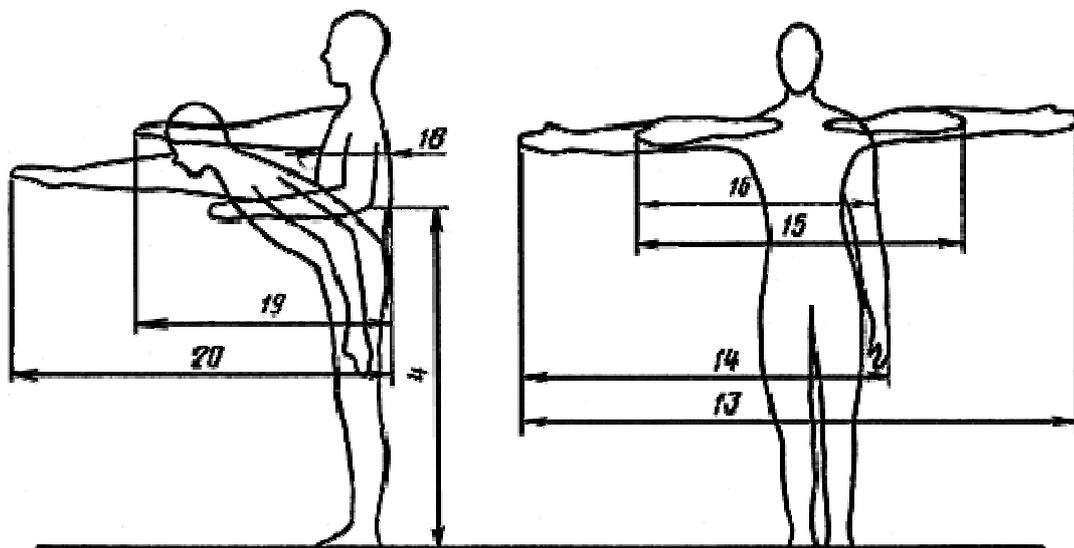
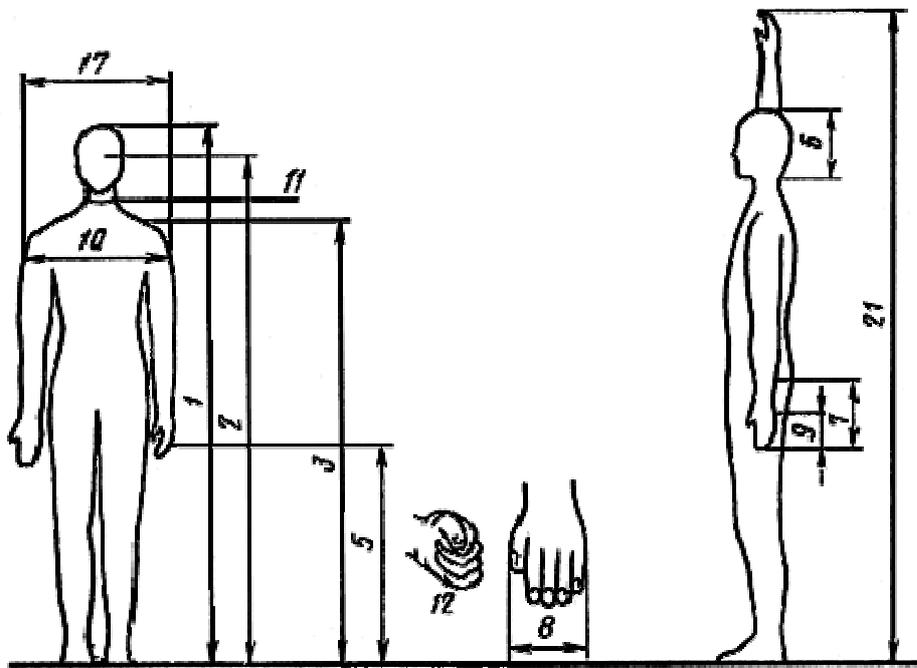


Схема антропометрических признаков тела человека в положении стоя

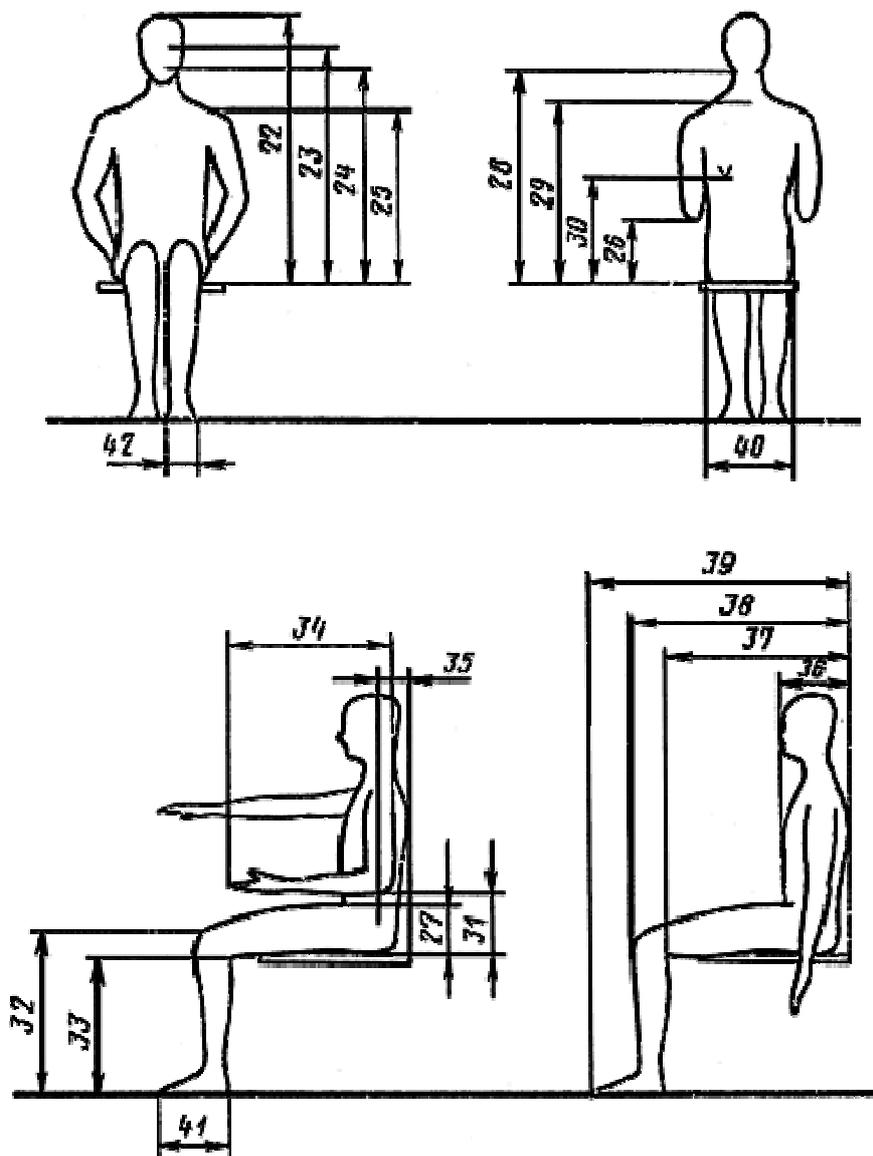


Схема антропометрических признаков тела человека в положении сидя

Статистические характеристики антропометрических признаков мужчин (табл. 4) и женщин (табл. 5) даны для пяти перцентилей (перцентиль - по ГОСТ 21889-76) трех групп населения:

- А - население с малыми значениями продольных признаков;
- Б - население со средними значениями продольных признаков;
- В - население с большими значениями продольных признаков.

Статистические характеристики антропометрических признаков мужчин

Наименование признака	Группа населения	Значение признака, см, соответствующее перцентилям				
		1	5	50	95	99
Положение стоя						
1. Высота верхушечной точки над полом (длина тела, рост) - вертикальное расстояние от пола до верхушечной точки на голове (наиболее выступающая вверх точка головы)	А	155,70	159,32	167,69	176,06	179,69
	Б	157,73	161,40	172,29	183,18	186,85
	В	163,25	167,21	176,79	186,35	190,31
2. Высота глаз над полом - вертикальное расстояние от пола до внутреннего угла глаза	А	143,40	146,73	154,77	162,82	166,15
	Б	145,03	149,31	159,66	170,01	174,29
	В	150,29	154,32	164,05	173,80	177,82
3. Высота плеча над полом - вертикальное расстояние от пола до акромиального конца ключицы	А	128,00	131,25	139,10	146,96	150,21
	Б	128,41	132,63	142,82	152,99	157,21
	В	133,37	137,23	146,13	155,04	158,90
4. Высота локтя над полом - вертикальное расстояние от пола до вершины локтевого отростка локтевой кости. Плечо ориентировано вдоль туловища и составляет с предплечьем прямой угол	А	92,66	95,36	101,59	107,82	110,52
	Б	-	-	-	-	-
	В	97,29	100,25	107,38	114,51	117,46
5. Высота фаланговой III точки над полом - вертикальное расстояние от пола до фаланговой III точки	А	64,17	66,37	71,47	76,57	78,78
	Б	65,46	67,82	73,54	79,24	81,22
	В	68,23	70,74	76,53	82,33	84,84
6. Длина верхнего отрезка сзади (голова плюс шея) - высота верхушечной точки над полом минус высота шейной точки над полом	А	19,90	20,80	22,99	25,17	26,08
	Б	21,98	22,73	24,54	26,35	27,20
	В	-	-	-	-	-
7. Длина кисти - высота шиловидной точки над полом минус высота пальцевой III точки над полом	А	-	-	-	-	-
	Б	15,57	16,45	18,58	20,73	21,61
	В	-	-	-	-	-
8. Наибольшая ширина кисти - горизонтальное расстояние между наиболее выступающими в стороны точками пястно-фаланговых суставов первого и пятого пальцев. Пальцы выпрямлены, большой палец прижат к остальным	А	8,78	9,24	10,31	11,37	11,82
	Б	9,43	9,80	10,69	11,57	11,94
	В	9,39	9,76	10,67	11,57	11,94

9. Длина III пальца - высота фаланговой III точки над полем минус высота пальцевой III точки над полем	A	7,95	8,54	9,96	11,38	11,97
	B	8,27	8,75	9,90	11,05	11,53
	B	8,05	8,60	9,89	11,17	11,73
10. Бидельтоидный диаметр - максимальное горизонтальное расстояние между наиболее выступающими в стороны точками дельтовидных мышц	A	39,28	40,84	44,45	48,05	49,61
	B	40,86	42,26	45,67	49,06	50,40
	B	40,41	41,87	45,26	48,64	50,11
11. Обхват шеи - горизонтальный обхват непосредственно под выступом щитовидного хряща	A	33,23	34,46	37,30	40,15	41,38
	B	32,30	33,57	36,43	39,33	40,54
	B	32,53	33,81	36,77	39,73	41,01
12. Обхват кулака-горизонтальный обхват на уровне головок пястных костей при сжатой в кулак кисти	A	23,52	24,70	27,56	30,41	31,59
	B	25,16	26,16	28,56	30,96	31,96
	B	25,20	26,27	28,76	31,24	32,32
13. Размах рук - горизонтальное расстояние между пальцевыми точками правой и левой рук, вытянутых в стороны на уровне плеч. Ладони направлены вперед, пальцы выпрямлены	A	157,43	162,26	173,42	184,58	189,41
	B	159,78	165,40	178,96	192,50	198,12
	B	162,70	167,70	179,84	190,78	195,77
14. Дельтоидная левая-пальцевая III правая - горизонтальное расстояние между дельтоидной левой и пальцевой III правой точками. Левая рука опущена вдоль туловища. Правая рука вытянута в сторону строго горизонтально	A	101,05	103,97	111,01	118,04	120,96
	B	101,20	104,77	113,40	122,55	126,12
	B	103,22	106,11	113,10	120,09	122,98
15. Размах рук, согнутых в локтях, - горизонтальное расстояние между локтевыми точками. Локти находятся на уровне плеч. Кисти выпрямлены, большие пальцы прижаты к груди	A	82,76	85,34	91,30	97,27	99,85
	B	83,78	86,61	94,18	101,75	104,58
	B	83,81	86,78	93,63	100,49	103,46
16. Дельтоидная левая - локтевая правая - горизонтальное расстояние между дельтоидной левой точкой опущенной вниз руки и локтевой правой точкой. Правая рука согнута в локте, расположена на уровне плеча, большой палец прижат к груди	A	62,11	64,17	69,15	74,14	76,20
	B	62,91	65,10	70,41	75,70	77,89
	B	63,48	65,50	70,16	74,82	76,84

17. Наибольший поперечный диаметр тела - горизонтальное расстояние между наиболее выступающими в стороны точками наружной поверхности свободно опущенных рук	А	41,84	43,82	48,37	52,92	54,89
	Б	42,90	44,85	49,55	54,25	56,20
	В	42,94	44,64	48,55	52,47	54,17
18. Наибольший переднезадний диаметр тела - горизонтальное расстояние между вертикальными плоскостями, проходящими через наиболее выступающие вперед и назад точки туловища	А	21,13	22,38	25,40	28,43	29,68
	Б	21,09	22,40	25,57	28,72	30,03
	В	18,94	20,21	23,26	26,32	27,58
19. Передняя досягаемость руки - расстояние между наиболее выступающей назад точкой туловища (ягодицы, лопатки) и пальцевой III точкой вытянутой вперед руки	А	75,90	78,43	84,56	90,68	93,22
	Б	73,62	76,73	84,23	91,73	94,84
	В	75,31	78,10	84,83	91,56	94,34
20. Передняя максимальная досягаемость руки - расстояние от ягодиц до пальцевой III точки вытянутой вперед руки при максимальном наклоне корпуса вперед	А	-	-	-	-	-
	Б	119,80	124,11	134,53	144,93	149,20
	В	-	-	-	-	-
21. Вертикальная досягаемость руки - вертикальное расстояние от пола до пальцевой III точки максимально вытянутой вверх руки	А	198,32	203,44	215,83	228,21	233,34
	Б	-	-	-	-	-
	В	206,67	212,31	225,94	239,56	245,21
Положение сидя						
22. Высота верхушечной точки над сиденьем - вертикальное расстояние от сиденья до верхушечной точки	А	82,19	84,06	88,59	93,13	95,01
	Б	84,02	85,92	90,49	95,06	98,96
	В	85,39	87,31	91,94	96,58	98,48
23. Высота глаз над сиденьем - вертикальное расстояние от сиденья до внутреннего угла глаза	А	68,21	70,17	74,92	79,66	81,62
	Б	70,50	73,13	77,44	81,75	84,38
	В	71,92	73,96	78,89	83,82	85,86
24. Высота ротовой точки над сиденьем - вертикальное расстояние от сиденья до середины смыкания губ	А	61,55	63,57	68,46	73,35	75,37
	Б	64,50	66,36	70,78	75,34	77,15
	В	64,89	67,06	72,07	77,06	79,24

25. Высота плеча над сиденьем - вертикальное расстояние от	А	53,80	55,61	59,97	64,33	66,14
	Б	53,25	55,21	59,96	64,69	66,65

сиденья до акромиального края ключицы	В	54,81	56,71	61,30	65,90	67,80
26. Высота локтя над сиденьем - вертикальное расстояние от сиденья до верхушки локтя. Плечо прижато к туловищу. Предплечье располагается горизонтально и образует с плечом прямой угол	А	17,50	18,95	22,45	25,96	27,41
	Б	16,99	18,73	22,85	27,11	28,85
	В	17,53	19,12	22,80	26,47	28,06
27. Высота бедра над сиденьем - вертикальное расстояние от сиденья до наиболее выступающей части передней поверхности бедра	А	11,94	12,79	14,83	16,87	17,72
	Б	11,88	12,78	14,97	17,16	18,06
	В	11,21	12,08	14,08	16,09	16,96
28. Высота первого шейного позвонка над сиденьем - вертикальное расстояние от сиденья до верхнего края ямки, находящейся выше остистого отростка второго шейного позвонка	А	67,24	69,19	73,91	78,63	80,59
	Б	66,18	68,25	73,23	78,21	80,28
	В	69,38	71,49	76,36	81,23	83,33
29. Высота шейной точки над сиденьем - вертикальное расстояние от сиденья до остистого отростка седьмого шейного позвонка	А	58,84	60,63	64,94	69,25	71,03
	Б	59,13	60,99	65,47	69,91	71,79
	В	59,79	61,55	65,80	70,05	71,78
30. Высота нижнего угла лопатки над сиденьем - вертикальное расстояние от сиденья до вершины нижнего угла лопатки	А	37,83	39,62	43,94	48,26	50,05
	Б	38,92	40,50	44,50	48,50	50,08
	В	38,25	40,03	44,35	48,67	50,46
31. Высота линии талии над сиденьем - вертикальное расстояние от сиденья до середины линии талии	А	18,06	19,96	24,54	29,12	31,01
	Б	21,26	22,72	26,26	29,80	31,26
	В	21,07	22,83	26,88	30,94	32,70
32. Высота колена над полом - вертикальное расстояние от пола до наиболее выступающей вверх точки на передней поверхности дистального конца бедра	А	47,40	48,90	52,54	56,18	57,69
	Б	50,13	51,99	56,47	60,93	62,79
	В	50,06	51,70	55,64	59,59	61,23
33. Высота подколенного угла над полом - вертикальное расстояние от пола до вершины угла, образованного в месте перехода мягких тканей бедра в мягкие ткани голени. Колено согнуто под прямым углом	А	37,82	39,14	42,32	45,51	46,83
	Б	39,90	41,52	45,44	49,36	50,98
	В	40,52	42,00	49,58	49,16	50,64

Продолжение табл.4

34. Локтевая - пальцевая III точка - горизонтальное расстояние от	А	41,98	43,31	46,50	49,70	51,02
	Б	42,30	43,99	48,07	52,15	53,84

вершины локтевого отростка локтевой кости до пальцевой III точки. Плечо с предплечьем образует прямой угол, пальцы выпрямлены	В	42,76	44,23	47,63	51,03	52,51
35. Спинка сиденья - среднеподмышечная линия - горизонтальное расстояние от спинки сиденья до среднеподмышечной линии на уровне среднегрудинной точки	А	9,56	10,58	13,03	15,48	16,49
	Б	10,50	11,21	12,92	14,63	15,34
	В	10,02	11,25	14,22	17,19	18,42
36. Спинка сиденья - передняя поверхность туловища - горизонтальное расстояние от спинки сиденья до наиболее выступающей вперед точки на передней поверхности тела	А	18,02	19,36	22,61	25,85	27,19
	Б	18,86	20,28	23,89	27,12	27,92
	В	18,48	19,69	22,48	25,28	26,48
37. Спинка сиденья - подколенный угол - горизонтальное расстояние от спинки до подколенного угла	А	43,14	45,06	49,71	54,36	56,28
	Б	44,61	46,49	51,01	55,53	57,41
	В	46,49	48,22	52,24	56,26	57,99
38. Спинка сиденья - колено - горизонтальное расстояние от спинки до наиболее выступающей вперед точки надколенной чашки. Бедро и голень образуют прямой угол	А	50,75	53,18	59,04	64,90	67,33
	Б	53,03	55,33	60,89	66,45	68,75
	В	55,17	56,87	60,79	64,70	66,40
39. Спинка сиденья - конечная точка стопы - проекционное расстояние от спинки сиденья до конца I, II или III пальца (наиболее выступающего). Бедро и голени расположены под прямым углом	А	-	-	-	-	-
	Б	64,14	67,76	76,49	85,22	88,84
	В	-	-	-	-	-
40. Наибольшая ширина таза (с учетом мягких тканей) - горизонтальное расстояние между наиболее выступающими наружу точками мягких тканей в области больших вертелов бедра	А	30,10	31,27	34,08	36,90	38,07
	Б	31,45	32,98	36,38	40,34	41,87
	В	31,04	32,28	35,14	38,00	39,24
41. Длина стопы - проекционное расстояние от пяточной точки до конца наиболее выступающего вперед пальца. Конечная точка может размещаться на первом, втором и третьем пальцах	А	23,52	24,26	26,04	27,81	28,55
	Б	23,88	24,71	26,72	28,72	29,55
	В	24,33	25,12	27,03	28,93	29,72

Окончание табл.4

42. Ширина стопы - проекционное расстояние между наружной и	А	8,72	9,10	10,03	10,95	11,33
	Б	8,85	9,20	10,04	10,87	11,22

внутренней плюсневых точками	В	9,03	9,42	10,38	11,33	11,72
------------------------------	---	------	------	-------	-------	-------

Таблица 5

Статистические характеристики антропометрических признаков женщин

Наименование признака	Группа населения	Значение признака, см, соответствующее перцентилем				
		1	5	50	95	99
Положение стоя						
1. Высота верхушечной точки над полом (длина тела, рост) - вертикальное расстояние от пола до верхушечной точки на голове (наиболее выступающая вверх точка головы)	А	144,05	147,37	155,41	163,44	166,77
	Б	147,28	150,84	159,52	168,04	171,60
	В	153,66	157,00	165,07	173,13	176,47
2. Высота глаз над полом - вертикальное расстояние от пола до внутреннего угла глаза	А	132,06	135,37	143,36	151,35	154,66
	Б	135,90	139,39	147,81	156,23	159,72
	В	142,25	145,56	153,58	161,59	164,91
3. Высота плеча над полом - вертикальное расстояние от пола до акромиального конца ключицы	А	117,10	120,28	127,97	135,66	138,85
	Б	120,22	123,66	131,76	140,28	143,72
	В	125,57	128,72	136,32	143,91	147,06
4. Высота локтя над полом - вертикальное расстояние от пола до вершины локтевого отростка локтевой кости. Плечо ориентировано вдоль туловища и составляет с предплечьем прямой угол	А	86,42	88,89	94,84	100,79	103,26
	Б	-	-	-	-	-
	В	91,60	94,11	100,17	106,22	108,73
5. Высота фаланговой III точки над полом - вертикальное расстояние от пола до фаланговой III точки	А	60,41	62,56	67,74	72,92	75,06
	Б	61,15	63,34	68,62	73,90	76,09
	В	64,78	66,93	72,12	77,31	79,46
6. Длина верхнего отрезка сзади (голова плюс шея) - высота верхушечной точки над полом минус высота шейной точки над полом	А	19,16	20,07	22,25	24,44	25,34
	Б	20,13	20,99	23,08	25,17	26,03
	В	-	-	-	-	-
7. Длина кисти - высота шиловидной точки над полом минус высота пальцевой III точки над полом	А	-	-	-	-	-
	Б	14,76	15,41	16,99	18,53	19,18
	В	-	-	-	-	-

Продолжение табл.5

8. Наибольшая ширина кисти - горизонтальное расстояние между	А	7,89	8,24	9,08	9,91	10,26
	Б	7,39	7,90	9,14	10,37	10,88

наиболее выступающими точками пястно-фаланговых суставов первого и пятого пальцев. Пальцы выпрямлены, большой палец прижат к остальным	В	8,12	8,53	9,52	10,50	10,91
9. Длина третьего пальца - высота фаланговой III точки над полом минус высота пальцевой III точки над полом	А	7,68	8,31	9,85	11,39	12,03
	Б	7,57	8,01	9,08	10,13	10,59
	В	7,76	8,17	9,16	10,15	10,56
10. Бидельтоидный диаметр - максимальное горизонтальное расстояние между наиболее выступающими в стороны точками дельтовидных мышц	А	34,53	36,21	40,26	44,32	46,00
	Б	35,21	36,84	40,79	44,70	46,37
	В	36,64	38,06	41,47	44,88	46,30
11. Обхват шеи - горизонтальный обхват непосредственно под выступом щитовидного хряща	А	28,67	29,91	32,89	35,87	37,10
	Б	26,97	28,19	31,13	34,07	35,29
	В	29,04	30,02	32,39	34,77	35,75
12. Обхват кулака - горизонтальный обхват на уровне головок пястных костей при сжатой в кулак кисти	А	21,94	22,83	24,97	27,11	27,99
	Б	20,83	21,79	24,11	26,43	27,39
	В	22,09	23,03	25,30	27,58	28,52
13. Размах рук - горизонтальное расстояние между пальцевыми точками правой и левой рук, вытянутых в стороны на уровне плеч. Ладони направлены вперед, пальцы выпрямлены	А	143,07	147,33	157,62	167,91	172,17
	Б	148,25	152,64	163,23	173,86	178,25
	В	152,06	156,05	165,66	175,28	179,27
14. Дельтоидная левая - пальцевая III правая - горизонтальное расстояние между дельтоидной левой и пальцевой III правой точками. Левая рука опущена вдоль туловища. Правая рука вытянута в сторону строго горизонтально	А	91,89	94,63	101,23	107,83	110,57
	Б	94,32	97,14	103,97	110,80	113,62
	В	96,38	98,87	104,88	110,89	113,38
15. Размах рук, согнутых в локтях, - горизонтальное расстояние между локтевыми точками. Локти находятся на уровне плеч. Кисти выпрямлены, большие пальцы прижаты к груди	А	75,19	77,69	83,74	89,79	92,29
	Б	78,09	80,60	86,61	92,74	95,25
	В	79,49	81,98	88,01	94,05	96,54
16. Дельтоидная левая - локтевая правая - расстояние горизонтальное между дельтоидной левой точкой опущенной вниз руки и локтевой правой точкой. Правая рука согнута в локте и расположена на уровне плеча, большой палец прижат к груди	А	54,07	56,82	63,47	70,12	72,87
	Б	57,57	59,79	65,05	70,51	72,73
	В	59,77	61,59	65,98	70,37	72,18

Продолжение табл.5

17. Наибольший поперечный диаметр тела - горизонтальное расстояние	А	38,39	40,75	46,44	52,14	54,49
	Б	39,77	41,78	46,65	51,52	53,53

между наиболее выступающими в стороны точками наружной поверхности свободно опущенных рук	В	40,77	42,38	46,27	50,15	51,76
18. Наибольший переднезадний диаметр тела - горизонтальное расстояние между вертикальными плоскостями, проходящими через наиболее выступающие вперед и назад точки туловища	А	20,49	21,86	25,15	28,44	29,80
	Б	21,11	22,53	25,97	29,41	30,83
	В	19,13	20,35	23,29	26,23	27,45
19. Передняя досягаемость руки - расстояние между наиболее выступающей назад точкой туловища (ягодицы, лопатки) и пальцевой III точкой вытянутой вперед руки	А	68,43	70,68	76,10	81,53	83,77
	Б	68,70	71,17	77,12	83,07	85,54
	В	69,78	72,05	77,54	83,03	85,30
20. Передняя максимальная досягаемость руки - расстояние от ягодич до пальцевой III точки вытянутой вперед руки при максимальном наклоне корпуса вперед	А	-	-	-	-	-
	Б	114,06	117,72	126,57	135,42	139,08
	В	-	-	-	-	-
21. Вертикальная досягаемость руки – вертикальное расстояние от пола до пальцевой III точки максимально вытянутой вверх руки	А	179,79	184,73	196,66	208,59	213,53
	Б	-	-	-	-	-
	В	193,20	197,88	209,18	220,47	225,15
Положение сидя						
22. Высота верхушечной точки над сиденьем - вертикальное расстояние от сиденья до верхушечной точки	А	76,81	78,61	82,94	87,28	89,08
	Б	79,33	81,16	85,59	90,02	91,85
	В	81,50	83,30	87,65	91,99	93,79
23. Высота глаз над сиденьем - вертикальное расстояние от сиденья до внутреннего угла глаза	А	63,78	65,88	70,94	76,01	78,10
	Б	67,23	69,03	73,39	77,75	79,55
	В	69,86	71,56	75,69	79,81	81,52
24. Высота ротовой точки над сиденьем - вертикальное расстояние от сиденья до середины смыкания губ	А	57,99	59,96	64,71	69,46	71,43
	Б	60,94	62,72	67,03	71,34	73,12
	В	63,77	65,49	69,65	73,82	75,54
25. Высота плеча над сиденьем - вертикальное расстояние от сиденья до акромиального края ключицы	А	50,10	51,76	55,76	59,76	61,42
	Б	50,79	52,48	56,58	60,68	62,37
	В	52,85	54,55	58,65	62,76	64,46

Продолжение табл.5

26. Высота локтя над сиденьем - вертикальное расстояние от сиденья до	А	16,65	18,24	22,06	25,89	27,47
	Б	16,64	18,25	22,15	26,05	27,66

верхушки локтя. Плечо прижато к туловищу. Предплечье расположено горизонтально и образует с плечом прямой угол	В	17,94	19,28	22,50	25,73	27,07
27. Высота бедра над сиденьем - вертикальное расстояние от сиденья до наиболее выступающей части передней поверхности бедра	А	10,50	11,54	14,05	16,56	17,60
	Б	11,21	12,23	14,70	17,17	18,19
	В	11,25	12,11	14,18	16,25	17,11
28. Высота 1-го шейного позвонка над сиденьем - вертикальное расстояние от сиденья до верхнего края ямки, находящейся выше остистого отростка второго шейного позвонка	А	59,11	61,30	66,58	71,87	74,06
	Б	62,56	64,32	68,58	72,84	74,60
	В	66,02	67,82	72,16	76,49	78,28
29. Высота шейной точки над сиденьем - вертикальное расстояние от сиденья до остистого отростка седьмого шейного позвонка	А	54,46	56,54	61,58	66,61	68,70
	Б	55,17	56,93	61,19	65,45	67,21
	В	56,95	58,50	62,24	65,97	67,52
30. Высота нижнего угла лопатки над сиденьем - вертикальное расстояние от сиденья до вершины нижнего угла лопатки	А	36,90	38,52	42,42	46,32	47,94
	Б	37,15	38,74	42,50	46,40	47,99
	В	37,20	38,64	42,12	45,60	47,04
31. Высота линии талии над сиденьем – вертикальное расстояние от сиденья до середины линии талии	А	18,97	20,10	22,84	25,57	26,71
	Б	19,87	21,25	24,59	27,93	29,31
	В	21,19	22,50	25,64	28,79	30,09
32. Высота колена над полом - вертикальное расстояние от пола до наиболее выступающей вверх точки на передней поверхности дистального конца бедра	А	43,85	45,21	48,49	51,78	53,14
	Б	47,14	48,57	52,02	55,47	56,90
	В	46,74	48,10	51,37	54,65	56,01
33. Высота подколенного угла над полом - вертикальное расстояние от пола до вершины угла, образованного в месте перехода мягких тканей бедра в мягкие ткани голени. Колено согнуто под прямым углом	А	34,29	35,44	38,20	40,97	42,11
	Б	37,16	38,42	41,46	44,50	45,76
	В	37,24	38,42	41,27	44,13	45,31
34. Локтевая - пальцевая III точка - горизонтальное расстояние от вершины локтевого отростка локтевой кости до пальцевой III точки. Плечо с предплечьем образуют прямой угол, пальцы выпрямлены	А	38,60	39,76	42,57	45,37	46,54
	Б	39,94	41,09	43,87	46,65	47,80
	В	40,12	41,18	43,74	46,29	47,35

Окончание табл. 5

35. Спинка сиденья – среднеподмышечная линия - горизонтальное расстояние	А	8,06	8,94	11,07	13,20	14,09
	Б	9,21	9,94	11,70	13,46	14,19

от спинки сиденья до среднеподмышечной линии на уровне среднегрудинной точки	В	10,98	11,82	13,84	15,87	16,71
36. Спинка сиденья - передняя поверхность туловища - горизонтальное расстояние от спинки сиденья до наиболее выступающей вперед точки на передней поверхности тела	А	17,24	18,81	22,61	26,41	27,98
	Б	18,50	20,10	23,96	27,82	29,44
	В	18,27	19,68	23,08	26,48	27,89
37. Спинка сиденья - подколенный угол - горизонтальное расстояние от спинки до подколенной ямки	А	41,45	43,08	47,01	50,95	52,58
	Б	42,06	43,84	48,13	52,42	54,20
	В	43,36	44,87	48,54	52,21	53,72
38. Спинка сиденья - колено - горизонтальное расстояние от спинки до наиболее выступающей вперед точки надколенной чашки. Бедро и голень образуют прямой угол	А	49,24	51,30	56,29	61,29	63,34
	Б	51,05	53,02	57,63	62,52	64,49
	В	50,65	52,41	56,67	60,93	62,70
39. Спинка сиденья - конечная точка стопы - проекционное расстояние от спинки сиденья до конца первого, второго или третьего пальца (наиболее выступающего). Бедро и голени расположены под прямым углом	А	-	-	-	-	-
	Б	62,21	65,15	72,24	79,33	82,27
	В	-	-	-	-	-
40. Наибольшая ширина таза (с учетом мягких тканей) - горизонтальное расстояние между наиболее выступающими наружу точками мягких тканей в области больших вертелов бедра	А	30,59	32,47	37,00	41,53	43,40
	Б	32,88	35,10	39,19	43,12	45,34
	В	32,82	34,26	37,74	41,22	42,66
41. Длина стопы - проекционное расстояние от пяточной точки до конца наиболее выступающего вперед пальца. Конечная точка может размещаться на первом, втором или третьем пальцах	А	21,22	21,99	23,85	25,70	26,47
	Б	21,35	22,13	24,03	25,92	26,70
	В	22,38	23,04	24,62	26,19	26,85
42. Ширина стопы - проекционное расстояние между наружной и внутренней плюсневыми точками	А	8,09	8,48	9,44	10,39	10,78
	Б	7,23	7,70	8,86	10,01	10,48
	В	8,08	8,51	9,53	10,54	10,97

Центр тяжести (ЦТ) звена - это воображаемая точка, к которой приложена равнодействующая сил тяжести всех частиц звена. Опытным путём (О.Фишер. Н.А.Бернштейн) были определены средние данные о весе звеньев тела и о положении их ЦТ.

Для определения равнодействующей двух параллельных сил соединяют прямой линией точки их приложения. При сложении сил тяжести двух звеньев эта линия соединяет их ЦТ. На этой линии располагается точка приложения суммы двух сил (равнодействующей), т.е. общий центр тяжести двух звеньев.

Положение ОЦТ и ЦТ звеньев важно определить при разборе условий равновесия в статическом положении.

Изменение траектории движения центра тяжести позволяет определить действие внешних сил, приложенных в целом или являющихся внешними относительно соответствующего звена.

2. Выполнение работы

1. Нанести проекцию на миллиметровую схему, определить масштаб проекции относительно собственного роста и записать его в правом нижнем углу схемы.

2. Начертить таблицу в левом верхнем углу схемы.

3. Определить положение ЦТ звеньев тела. На рисунке (проекции) позы человека, пользуясь анатомическими данными, пометить положение проекций осей суставов. Измерив длину каждого длинного звена, умножить её на соответствующее относительное значение радиуса ЦТ. Пользуясь этими данными и анатомическими ориентирами, проставить ЦТ всех звеньев.

4. Заполнить столбец 3, рассчитав вес каждого звена относительно собственного веса, перемножив его на данные из столбца 2.

5. Заполнить столбец 4, рассчитав длину каждого звена относительно собственного роста в сравнении с рассматриваемой проекцией.

6. Найти равнодействующую всех сил тяжести, используя данные из столбца 3. Последовательно найти ЦТ кисти и предплечья, затем их суммы и плеча. Далее удобно найти ЦТ рук. Затем ЦТ головы и туловища. Далее ЦТ стопы и голени, затем их суммы и бедра. Определить ЦТ ног. Определить ЦТ рук и ног, а затем, определяя ЦТ их суммы (50%) и суммы туловища и головы (50%), находим равнодействующую всех сил тяжести (ОЦТ).

Таблица 1

Положение центров тяжести звеньев тела человека

Наименование звеньев тела	Относительный вес звеньев	Абсолютный вес звеньев	Абсолютная длина	Относительная длина звена,	ЦТ звена* относительное
---------------------------	---------------------------	------------------------	------------------	----------------------------	-------------------------

	тела	тела, кг	звена, см	мм	значение
1	2	3	4	5	6
Голова	0,07				**
Туловище	0,43				0,44***
Плечо правое	0,03				0,47
Плечо левое	0,03				0,47
Предпл. правое	0,02				0,42
Предпл. левое	0,02				0,42
Кисть правая	0,01				****
Кисть левая	0,01				****
Бедро правое	0,12				0,44
Бедро левое	0,12				0,44
Голень правая	0,05				0,42
Голень левая	0,05				0,42
Стопа правая	0,02				0 44*****
Стопа левая	0,02				0 44*****

* Расстояние от проксимального конца звена до ЦТ этого звена.

** Центр тяжести головы находится над верхним краем наружного слухового отверстия.

*** На линии между серединами осей плечевых и тазобедренных суставов на расстоянии 0,44 от плечевой оси.

**** Центр тяжести кисти находится в пястно - фаланговом суставе третьего пальца.

***** На линии между пяточным бугром и 2-м пальцем на расстоянии 0,44 от пятки.

Вывод: сделать вывод об устойчивости рабочей позы.

Контрольные вопросы

1. Указать координаты расположения центров тяжести частей тела человека.
2. От чего зависит расположение центра тяжести человека.
3. Как осуществляется определение положения центра тяжести.

Библиографический список

1. ГОСТ 12.2.049-80 «Оборудование производственное. Общие эргономические требования.

2. ГОСТ 21889-76 Система "Человек-машина". Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования

Практическая работа № 5

Исследование действий и макродвижений в процессе развития профессиональных навыков у операторов технических систем

Цели работы: освоить понятие – действие; выявить закономерности формирования профессиональных навыков.

Общие положения

Деятельность — процесс (процессы) активного взаимодействия субъекта с объектом, во время которого субъект удовлетворяет какие-либо свои потребности, достигает цели. Деятельность характеризует сознательную сторону личности человека (в отличие от поведения).

Навык — деятельность, сформированная путем повторения и доведения до автоматизма.

Всякий новый способ действия, протекая первоначально как некоторое самостоятельное, развёрнутое и сознательное, затем в результате многократных повторений может осуществляться уже в качестве автоматически выполняемого компонента деятельности.

В отличие от привычки, навык, как правило, не связан с устойчивой тенденцией к актуализации в определенных условиях. Отдельные этапы образования двигательного навыка подробно прослежены в работах Н. А. Бернштейна.

Различаются навыки перцептивные, интеллектуальные и двигательные.

Навык двигательный — автоматизированные воздействия на внешний объект с помощью движений в целях его преобразования, неоднократно осуществлявшееся ранее.

Навык интеллектуальный — автоматизированные приемы, способы решения встречавшихся ранее умственных задач.

Навык перцептивный — автоматизированные чувственные отражения свойств и характеристик хорошо знакомых, неоднократно воспринимавшихся прежде предметов.

Выработка навыка — это процесс, который достигается путем выполнения упражнений (целенаправленных, специально организованных повторяющихся действий). Благодаря упражнениям способ действия совершенствуется и закрепляется - говорят о формировании навыков. Показателями наличия навыка является то, что человек, начиная выполнять действие, не обдумывает заранее, как он будет его осуществлять, не выделяет из него отдельных частных операций. Благодаря формированию навыков действие выполняется быстро и точно, и можно

сконцентрироваться на развитии и получении новых знаний, умений и навыков.

На формирование навыка влияют: мотивация, обучаемость, прогресс в усвоении, упражнения, подкрепление, формирование в целом или по частям.

Способ, которым выполняется действие, обозначают понятием «операция». Операция отвечает условиям действия, а не непосредственно цели. Поэтому с помощью одних и тех же операций могут осуществляться разные действия. В свою очередь одна и та же цель при изменении условий, в которых она обозначена, может достигаться с помощью различных операций.

В трудовую деятельность так или иначе включена система действий. В различных видах труда действия имеют разный характер, однако для всех их (моторных, сенсорных и умственных) характерны:

- 1) целесообразность (целенаправленность);
- 2) адекватность текущего строения действия текущему состоянию объекта труда;
- 3) опосредованность действия орудиями труда;
- 4) полиэффекторность трудовых действий, означающая возможность выполнения одного и того же действия с помощью различных групп мышц;
- 5) определенное соотношение фиксированных, автоматических, и изменчивых, перестраивающихся компонентов;
- 6) общественная обусловленность трудовых действий.

Сравнительный анализ макродвижений в трудовых операциях показывает, что переход от ручных действий к механизированному и автоматизированному производству сопровождается постепенным сокращением количества совершаемых макродвижений. Микродвижения кисти руки, ее пальцев появляются лишь в процессе осуществления более сложных видов трудовой деятельности. В пределах одной и той же трудовой деятельности увеличивается количество микродвижений, включенных в наиболее сложные и точные движения.

В зависимости от критерия различают следующие разновидности движений (см. рис. 1).

Непроизвольные движения - это рефлекторные двигательные акты, осуществляемые без контроля сознания. Различают две группы непроизвольных движений: 1) собственно непроизвольные движения и 2) послепроизвольные движения.

Большинство непроизвольных движений первой группы в основе своей имеет органические потребности. Многие движения носят адаптивный характер (например, отдергивание руки от болевого раздражителя, мигание век). Непроизвольные движения второй группы, т. е. послепроизвольные движения, выполняются бессознательно, но сформировались как целостные двигательные акты сознательно путем обучения и многократного

повторения. В итоге эти движения автоматизируются и их выполнение не требует сознательного контроля.



Рис. 1. Структура движений

Непроизвольные движения в виде навыков входят в состав практически любых произвольных действий.

Произвольные движения - это двигательные акты, инициируемые субъектом и сознательно им регулируемые посредством цели.

Сознательная ориентировка по отношению к цели, т. е. управление движением, может производиться как через представление, так и через словесные инструкции (и самоинструкции).

Почти вся масса произвольных движений у человека выполняется поперечно-полосатой скелетной мускулатурой. В немногих случаях и некоторые внутренние органы с гладкой мускулатурой способны производить произвольные движения (например, мочевого пузыря).

Внутренние движения - это движения, исполняемые внутренними органами. Например, сердцебиение, перистальтика кишечника, сжатие-расширение кровеносных сосудов, изменение кривизны хрусталика глаза (аккомодация) и т. п. В большинстве своем эти органы обеспечены гладкой мускулатурой, хотя есть и рубчатая (например, сердечные мышцы).

Внешние движения - движения, исполняемые скелетной мускулатурой внешних органов тела: движения рук, ног, туловища, головы и их отдельных частей (кистей, стоп, пальцев, живота, губ, век, челюстей и т. д.).

Микродвижения - движения с очень небольшой траекторией. Часто эти движения незаметны наблюдателю и даже самому субъекту. В последнем случае это обычно движения непроизвольные. Некоторые из них носят колебательный характер с малой амплитудой (например, тремор).

Движения позы - это работа мышц, направленная на поддержание или изменение положения тела. Достигается этот двигательный эффект путем активной тонической напряженности (статическими рефлексам) скелетной

мускулатуры. Формируется поза всеми частями тела: туловищем, конечностями, шеей, головой. Следовательно, выполняются эти движения фактически всеми крупными группами мышц нашего тела. Движения позы могут выполняться как произвольно, так и непроизвольно.

Локомоция (от лат. locus - место, motio - движение) - передвижение, т. е. совокупность согласованных (координированных) движений, с помощью которых индивид активно перемещается в пространстве. Сюда относятся ходьба, бег, плавание и т. п.

Рабочие движения - это движения по выполнению трудовых операций и профессиональной деятельности. В структуру рабочих движений могут входить и макро-, и микродвижения. В результате многократного повторения множество рабочих движений становится профессиональными навыками.

Для трудовой операции характерно наличие цели. Эта цель обычно выступает в конкретном виде. Специальные исследования показали, что при забивании гвоздя молотком рука совершает 25 макродвижений и ни одного микродвижения. Действия штамповщика мелких деталей включают 7- 8 макро- и 40- 50 микродвижений. Дистанционное управление автоматом сопровождается 1- 2 макро- и почти сотней микродвижений руки (в основном, кисти и пальцев).

Изменяется количественная характеристика микродвижений не только в различных видах трудовой деятельности, но и в пределах одного и того же действия — в наиболее сложных и точных движениях количество совершаемых микродвижений всегда увеличивается.

В движениях и действиях более точных и сложных особенно значительно возрастает количество микродвижений, совершаемых пальцами нерабочими — безымянным и мизинцем. Это говорит о том, что микродвижения нерабочих пальцев в процессе выполнения наиболее сложных и точных трудовых действий имеют определенно большое значение, несмотря на то, что, на первый взгляд, они кажутся ненужными, лишними. Прежде всего, это касается тех микродвижений, которые совершаются в воздухе, «вне поверхности» орудия или предмета труда.

Таким образом, исследование сенсомоторных функций рук в различных видах трудовых действий показывает, что на уровне макродвижений явно обнаруживается стройная закономерность уменьшения их при переходе от более простых к более сложным, но технически оснащенным действиям.

Появление микродвижений связано с качественно новой формой регуляции движений, осуществляемой высшими отделами двигательных центров коры головного мозга, и характеризует более высокую степень развития производства. То есть микродвижения являются отражением развития аналитико-синтетической деятельности мозга.

Количественная характеристика микродвижений отражает степень сложности выполняемых трудовых действий и движений и увеличение количества микродвижений рук в трудовых действиях автоматизированного производства и дистанционного управления свидетельствует о дальнейшем развитии кинестезии и сложности регуляции их.

4. Выполнение работы

1. Установить на центр тяжести кисти респондента световой датчик.
2. Произвести съемку выполнения действия респондента при наборе текста.
3. Произвести обработку полученных изображений.
4. Построить траектории движений пользователя в зависимости от времени.

Выводы: указать, как влияет повторяемость на динамику действий работника, выделить макродвижения и микродействия.

Контрольные вопросы

1. Указать структуру действий работника.
2. Что понимается под навыком?
3. Что понимается под действием?
4. Что понимается под микродействием и макродвижением?
5. Характерные особенности формирования действий работника?

Библиографический список

1. Ильинский О. Б., Физиология кожной чувствительности, в кн.: Физиология сенсорных систем, ч. 2, Л., 1972 (Руководство по физиологии); Есаков А. И., Дмитриева Т. М., Нейро-физиологические основы тактильного восприятия, М., 1971.
2. Душков Б.А., Королев А.В., Смирнов Б.А. Энциклопедический словарь: Психология труда, управления, инженерная психология и эргономика, 2005
3. Краткий психологический словарь. - Ростов-на-Дону: «ФЕНИКС».Л.А.Карпенко, А.В.Петровский, М. Г. Ярошевский.1998.
4. Микродвижения пальцев рук в процессе трудового действия и их роль в дифференцировке пространственных отношений/Сборник «Проблемы восприятия пространства и времени», изд. ЛГУ, 1963 г.
5. Из опыта анализа микродвижений пальцев руки в процессе трудовых действий с органами дистанционного управления/Сборник «Проблемы общей и инженерной психологии» Изд. ЛГУ, 1963г.
6. Анализ микродвижений рук в различных видах трудовой деятельности/Сборник «Проблемы общей и инженерной психологии» Изд. ЛГУ, 1964 г.

Практическая работа №6

Определение разностных порогов кожной чувствительности

Цель работы: определить разностный порог ощущений прикосновения на тыльной стороне ладони при разной последовательности изменения величины раздражителя.

1. Общие положения

В ряде экспериментов, начиная с 1834 года, Э. Вебер показал, что новый раздражитель, чтобы отличаться по ощущениям от предыдущего, должен отличаться от исходного на величину, пропорциональную исходному раздражителю. На основе этих наблюдений Г. Фехнер в 1860 году сформулировал «основной психофизический закон», по которому сила ощущения пропорциональна логарифму интенсивности раздражителя:

$$p = k \ln \frac{S}{S_0},$$

где S — значение интенсивности раздражителя, S_0 — нижнее граничное значение интенсивности раздражителя: если $S < S_0$, раздражитель не ощущается, k — константа, зависящая от субъекта ощущения.

Закон Стивенса — это модификация основного психофизического закона, предложенная американским психологом Стенли Стивенсом. Он создал формулу, связывающую силу ощущения с определённой степенью физической интенсивности раздражителя. До этого существовал типичный закон Вебера — Фехнера, модификацию которой произвёл Стивенс. По закону Фехнера между рядом ощущений и рядом физических раздражителей существует логарифмическая зависимость. Стивенс считал, что зависимость степенная, и записал формулу:

$$p = kS^n,$$

где p — субъективная величина или ощущение, S — значение интенсивности раздражителя, n — показатель степени функции, k — константа, зависящая от единиц измерения.

Порог ощущения — минимальная величина раздражителя, вызывающая ощущение. Сила действия раздражителя должна быть равна порогу раздражения или превышать его. Минимальная величина раздражителя, впервые начинающая вызывать ощущение, называют **абсолютным порогом ощущений**. Нижний абсолютный порог ощущений — величина раздражителя, при которой впервые возникает ощущение данного качества. Верхний абсолютный порог ощущений — величина раздражителя, при которой ощущение данного качества не возникает или качественно изменяется (например, мощный поток лучей света вызывает у человека не световое, а болевое ощущение). Минимальный прирост величины раздражителя, вызывающий едва заметное изменение ощущения, называют

разностным порогом ощущений (порогом различения). Относительная величина разностного порога ощущений, согласно закону Вебера — Фехнера, остаётся постоянной для каждого анализатора в достаточно широких пределах изменения величины раздражителя.

Порог ощущений зависит от времени действия раздражителя - чем оно короче, тем больше величина порога. Временной порог ощущений - минимальный интервал времени между двумя раздражениями, при котором они впервые воспринимаются раздельно.

Порог ощущений также зависит от площади действия раздражителя — чем больше площадь раздражения, тем меньше величина порога. Пространственный порог ощущений - минимальное расстояние между двумя раздражаемыми точками, при котором они впервые начинают восприниматься как пространственно раздельные. Порог ощущений обратно пропорционален чувствительности и изменяется не только в зависимости от структуры рецепторов, но и в процессе адаптации физиологической.

Кожная чувствительность подразделяется классической физиологией органов чувств на четыре различных вида. Обычно различают рецепции: 1) боли, 2) тепла, 3) холода и 4) прикосновения (и давления). Строение кожи человека представлено на рис. 1.

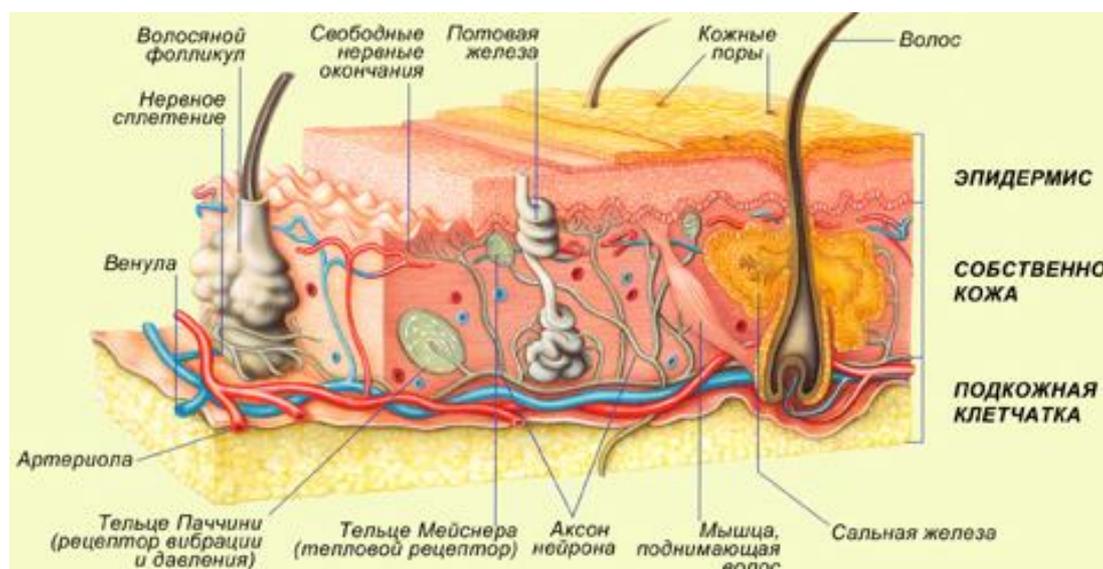


Рис.1 Строение кожи человека

1. Боль

Боль является биологически очень важным защитным приспособлением. Возникая под воздействием разрушительных по своему характеру и силе раздражений, боль сигнализирует об опасности для организма.

Болевая чувствительность распределена на поверхности кожи и во внутренних органах неравномерно. Имеются участки мало чувствительные к боли и другие – значительно более чувствительные. В среднем, по данным М.Фрея, на 1 см² приходится 100 болевых точек; на всей поверхности кожи,

таким образом, должно иметься около 900 тысяч болевых точек – больше, чем точек какого-либо другого вида чувствительности.

Экспериментальные исследования дают основание считать, что распределение болевых точек является динамическим, подвижным и что болевые ощущения – результат определенной, превышающей известный предел интенсивности, длительности и частоты импульсов, идущих от того или иного раздражителя.

Боль часто носит иррадиирующий, размытый характер, т.е. ошибочность в определении и локализации источника боли.

2. Температурные ощущения

Температурная (термическая) чувствительность дает ощущения тепла и холода. Эта чувствительность имеет большое значение для рефлекторной регуляции температуры тела.

Физиология органов чувств рассматривает чувствительность к теплу и холоду как два разных и независимых вида чувствительности, каждый из которых имеет свои периферические рецепторные аппараты.

Существенную роль в термических ощущениях играет способность кожи довольно быстро адаптироваться к разным температурам, причем разные части кожи имеют неодинаковую скорость адаптации. Наиболее чувствительна к холоду спина, наименее грудь.

Субъективным термическим нулем, который не дает никаких температурных ощущений, являются средние температуры, приблизительно равные температуре кожи. Более высокая температура объекта дает нам ощущение тепла, более низкая – холода. Термические ощущения вызываются различием в температуре или термическим обменом, который устанавливается между органом и внешним объектом. Чем активнее и быстрее совершается тепловой обмен, тем более интенсивное ощущение он вызывает. Поэтому и при равной температуре хороший проводник (например, металл) покажется более холодным или теплым, чем плохой проводник (например, шерсть). Поскольку каждое тело имеет определенную проводимость, характеризующую специфические свойства его поверхности, термическая чувствительность при осязании играет значительную роль в определении вещей. Кроме этого температурные условия влияют на общую активность человека – его работоспособность.

3. Прикосновение, давление

Ощущения прикосновения и давления тесно связаны между собой. Давление ощущается как сильное прикосновение.

Характерной особенностью ощущений прикосновения и давления (в отличие, например, от болевых ощущений) является относительно точная их локализация, которая вырабатывается в результате опыта при участии

зрения и мышечного чувства. Характерной для рецепторов давления является их быстрая адаптация. В силу этого мы обычно ощущаем не столько давление как таковое, сколько изменения давления.

Чувствительность к давлению и прикосновению на различных участках кожи различна. Прикосновение больше всего ощущается на кончике языка и на кончиках пальцев. Спина менее чувствительна к прикосновению.

Немаловажное значение в трудовой деятельности человека имеет *осязательный анализатор*. При помощи тактильных рецепторов человек получает информацию о положении объекта в пространстве, о его форме, поверхности, качестве материала, из которого он сделан и т.д.

Осязание включает ощущения прикосновения и давления в единстве с кинестетическими, мышечно-суставными ощущениями. Проприоцептивные компоненты осязания идут от рецепторов, расположенных в мышцах, связках, суставных сумках (пачинниевы тельца, мышечные веретёна). При движении они раздражаются изменением напряжения. Однако осязание не сводится к кинестетическим ощущениям и ощущениям прикосновения или давления.

У человека есть специфический орган осязания – *рука*. Отличие руки от других участков тела заключается в том, что чувствительность к прикосновению и давлению на ладони и кончиках пальцев больше, чем на спине или плече. Различие твердого и мягкого распознается по противодействию, которое встречает рука при соприкосновении с телом, отражающемуся в степени давления друг на друга суставных поверхностей.

Осязательные ощущения (прикосновения, давления, совместно с мышечно-суставными, кинестетическими ощущениями), сочетаясь с многообразными данными кожной чувствительности, отражают и множество других свойств, посредством которых мы распознаем предметы окружающего нас мира. Взаимодействие ощущений давления и температуры дает нам ощущения влажности. Сочетание влажности с известной податливостью, проницаемостью позволяет нам распознавать жидкие тела в отличие от твердых. Взаимодействие различных видов кожной чувствительности отражает и ряд других свойств материальных тел: *вязкости, шероховатости* и т.д. Шероховатость поверхности распознается в результате вибраций, которые получают при движении руки по поверхности, и различий в давлении на смежных участках кожи. Обычно осязание функционирует у человека в связи со зрением и под его контролем.

Довольно часто при работе технологического оборудования возникает вибрация. Ощущение вибрации передается человеку также при помощи тактильных рецепторов, т.е. вибрация (в допустимых пределах) на рабочем месте служит источником информации для контроля за работой транспортных средств, механизмов, станков и др.

Абсолютная чувствительность тактильных рецепторов на механические раздражения определяется как минимальное давление, необходимое для возникновения ощущения. При механическом раздражении, возникающем при вибрации, наибольшая чувствительность рецепторных элементов наблюдается при частоте вибрации 100 - 300 Гц.

По количеству воспринимаемой информации тактильный анализатор значительно уступает зрительному и слуховому. Трудности использования тактильных рецепторов в передаче информации о ходе технологического процесса связаны также с довольно быстрой их адаптацией и сложностью хранения сигналов в памяти.

Тактильная чувствительность - ощущение, возникающее при действии на кожную поверхность различных механических стимулов. Тактильная чувствительность - разновидность осязания; зависит от вида воздействия: прикосновения, давления, вибрации (ритмичного прикосновения). Тактильные стимулы воспринимаются свободными нервными окончаниями, нервными сплетениями вокруг волосяных фолликулов и др. Рецепторы определяют порог тактильной чувствительности: они возбуждаются при прикосновении и вибрации и быстро адаптируются. Ощущение давления возникает при возбуждении медленно адаптирующихся рецепторов (таких, как свободные нервные окончания). По сравнению с другими кожными ощущениями тактильная чувствительность быстро уменьшается при длительном раздражении, так как в целом процессы адаптации в тактильных рецепторах развиваются весьма быстро. Наиболее дифференцированная тактильная чувствительность возникает при раздражении кончиков пальцев рук, губ, языка, где располагается большое количество разнообразных механорецепторных структур.

Память тактильная — хранение информации, полученной путем осязания. Относится к «профессиональным» видам памяти, поскольку особенно интенсивно развивается в связи со специфическими условиями деятельности. Высокого уровня развития достигает в условиях, когда она должна компенсировать недостающие типы памяти (напр., у слепых).

Память сенсорная — гипотетическая подсистема памяти, обеспечивающая удержание в течение очень короткого времени (обычно менее одной секунды) продуктов сенсорной переработки информации, поступающей в органы чувств. В зависимости от вида стимулов различают память иконическую (зрение), память эхоическую (слух) и другие виды.

2. Выполнение работы

Оценка кожной чувствительности осуществляется эстезиометром. Прибор позволяет исследовать пороги ощущения давления, прикосновения, вибрации, тепла и холода. С помощью эстезиометра на определенный участок кожи, слизистой оболочки, роговицы наносят дозированное раздражение увеличивающейся или уменьшающейся интенсивности, а также изменяют время действия раздражителя или расстояние между двумя раздражителями

Подготовить протокол по исследованию разностных порогов кожной чувствительности (таблица 1).

Таблица 1

Протокол исследования разностных порогов кожной чувствительности

Возрастающая последовательность			Убывающая последовательность			Случайная последовательность		
№ п/п	X, мм	Ответ испытуемого	№ п/п	X, мм	Ответ испытуемого	№ п/п	X, мм	Ответ испытуемого
1	0		1	45		1		
2	3		2	42		2		
3	6		3	39		3		
4	9		4	36		4		
5	12		5	33		5		
6	15		6	30		6		
7	18		7	27		7		
8	21		8	24		8		
9	24		9	21		9		
10	27		10	18		10		
11	30		11	15		11		
12	33		12	12		12		
13	36		13	9		13		
14	39		14	6		14		
15	42		15	3		15		
16	45		16	0		16		
$X_B =$ мм			$X_Y =$ мм			$X_C =$ мм		

Респондент кладет руку ладонью на стол. Экспериментатор дотрагивается до тыльной стороны ладони испытуемого "ножками" эстезиометра, а испытуемый определяет число прикосновений – одно или два (во время опыта испытуемый не должен видеть ни своей руки, ни "ножек" эстезиометра).

В соответствии с тем, что он ощущает, испытуемый должен сказать: "Одно", "Два" или "Не знаю", а экспериментатор заносит в протокол (см. табл. 1) в графу "Ответ испытуемого" соответственно "1", "2" или "?".

Расстояние X между "ножками" эстезиометра изменяют от 0 до 45 мм через интервал 3 мм, используя для этого три вида последовательности изменения расстояния X (см. табл. 1):

- 1) возрастающая – от 0 до 45 мм;
- 2) убывающая – от 45 мм до 0;
- 3) в случайном порядке (табл. 2).

Таблица 2

Рекомендуемые случайные последовательности расстояния X

№ п/п	X , мм								
1	24	1	30	1	12	1	15	1	6
2	9	2	3	2	21	2	24	2	27
3	12	3	9	3	30	3	0	3	15
4	27	4	36	4	27	4	30	4	36
5	21	5	45	5	15	5	39	5	18
6	6	6	6	6	6	6	18	6	30
7	42	7	24	7	24	7	36	7	0
8	45	8	12	8	42	8	9	8	12
9	3	9	21	9	18	9	21	9	3
10	30	10	15	10	3	10	3	10	45
11	36	11	42	11	39	11	42	11	33
12	39	12	27	12	0	12	27	12	21
13	0	13	18	13	33	13	33	13	42
14	33	14	33	14	9	14	6	14	24
15	15	15	39	15	36	15	45	15	39
16	18	16	0	16	45	16	12	16	9

По окончании опыта определяются и заносятся в протокол (таблица 1) частные значения X_B , X_U и X_C разностного порога кожной чувствительности, полученные соответственно в возрастающей, убывающей и случайной последовательностях изменения расстояния X . Для этого по ответам испытуемого в таблице 1 в каждой последовательности находят минимальное расстояние X , начиная с которого во всех измерениях с большим расстоянием X испытуемый **безошибочно** ощущал два касания. Разностным порогом X_{RP} кожной чувствительности в проведенном опыте принимают среднее арифметическое частных значений X_B , X_U и X_C .

Повторить опыт на другом участке тела, результаты представить в таблице 1.

Сравнить полученные величины разностных порогов кожной чувствительности и сделать заключение о влиянии последовательности изменения величины раздражителя на результаты опыта.

Контрольные вопросы

1. Привести примеры совместной работы кожного анализатора и других сенсорных систем.
2. Как изменяется кожная чувствительность на различных участках кожи.
3. Перечислить какие характеристики элементов внешней среды оцениваются посредством кожного анализатора.

Библиографический список

1. Психологический практикум. Ощущение. Восприятие. Представление: Учебно-методическое пособие / Сост.: А.В. Генералова, О.Ю. Гроголева. – Омск: Омск. гос. ун-т, 2004. – 68 с.
2. Общая психология: Учебник для вузов. — СПб.: Питер, 2008. — 583 с.

Практическая работа № 7

Восприятие времени

Цель работы: исследование точности в оценке времени.

1. Общие положения

Время, как и пространство, - одна из основных форм существования материи. Восприятие времени есть отражение объективной длительности, скорости и последовательности явлений действительности. Отражая объективную реальность, восприятие времени дает человеку возможность ориентироваться в окружающей среде.

Не только для человека, но и для животных отсчет времени - чрезвычайно важная часть приспособительной деятельности.

Ориентировка во времени у человека осуществляется с помощью корковых отделов мозга. Многочисленные данные клинических наблюдений показали, что нет оснований предполагать существование очаговой локализации восприятия времени в коре, специального центра отсчета времени. Расстройство временных восприятий наблюдается при поражении различных отделов коры. Восприятие времени осуществляется при помощи ряда анализаторов, объединяющихся в систему, действующую как единое целое. В основе восприятия времени лежит ритмическая смена возбуждения и торможения, затухание возбудительного и тормозного процессов в центральной нервной системе, в больших полушариях головного мозга.

В восприятии времени участвуют различные анализаторы, однако наиболее точную дифференцировку промежутков времени дают кинестезические и слуховые ощущения.

Восприятие продолжительных периодов времени в значительной степени определяется характером переживаний. Обычно время, которое было заполнено интересной, глубоко мотивированной деятельностью, кажется короче, чем время, проведенное в бездействии. Эксперименты по ограничению сенсорной информации показали, что в условиях сенсорной изоляции наблюдается чрезвычайно медленное субъективное течение времени.

Восприятие времени изменяется и в зависимости от эмоционального состояния. Положительные эмоции дают иллюзию быстрого течения времени, отрицательные - субъективно несколько растягивают временные промежутки.

2. Выполнение работы

Подготовить бланк протокола (таблица 1).

Испытуемый садится за стол в удобной позе, держит в руке секундомер, не глядя на его показания включает секундомер и в момент включения начинает мысленно отсчитывать заданный интервал времени. По окончании отсчета заданного интервала времени испытуемый останавливает секундомер и передает его экспериментатору.

Таблица 1

Протокол измерений

Заданное время t_3 , с	Фактическое время t_{Φ} , с	Абсолютное отклонение Δt , с	Относительное отклонение (дробь Вебера)	Субъективная продолжительность секунды t_C , с
5				
5				
5				
5				
5				
Среднее		$\Delta \bar{t}_1 =$	$\bar{\delta}_1 =$	$\bar{t}_{C1} =$
10				
10				
10				
10				
10				
Среднее		$\Delta \bar{t}_2 =$	$\bar{\delta}_2 =$	$\bar{t}_{C2} =$
15				
15				
15				
15				
15				
Среднее		$\Delta \bar{t}_3 =$	$\bar{\delta}_3 =$	$\bar{t}_{C3} =$
20				
20				
20				
20				
20				
Среднее		$\Delta \bar{t} =$	$\bar{\delta}_4 =$	$\bar{t}_{C4} =$
СРЕДНЕЕ		$\Delta \bar{t} =$	$\bar{\delta} =$	$\bar{t}_C =$

Показания секундомера (фактическое время t_{Φ}) экспериментатор заносит в протокол, не сообщая результат испытуемому. Измерения для

каждого из четырех заданных интервалов времени t_{3j} : 5, 10, 15, 20 с повторяют по 5 раз. Расчеты выполняют с точностью не менее 0,01.

Обработка результатов опыта. Производят расчет и заносят в протокол следующие показатели:

1) ошибку Δt_i субъективной оценки заданного интервала t_{3j} в каждом (i - ом) измерении

$$\Delta t_{ij} = t_{3j} - t_{\Phi ij}; \quad (1.7)$$

2) относительную ошибку (дробь Вебера) i -й оценки j -го интервала времени

$$\delta_{ij} = \frac{|\Delta t_{ij}|}{t_{3j}}; \quad (1.8)$$

3) субъективную продолжительность одной секунды

$$t_{Cij} = \frac{t_{\Phi ij}}{t_{3j}}; \quad (1.9)$$

4) средние абсолютное $\Delta \bar{t}_j$ и относительное $\bar{\delta}_j$ значения ошибки оценки каждого (j -го) заданного интервала времени t_{3j} :

$$\Delta \bar{t}_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\Delta t_{ij}|; \quad \bar{\delta}_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \delta_{ij}, \quad (1.10)$$

где N – число измерений заданного интервала времени t_{3j} ($N = 5$);

5) среднюю субъективную продолжительность одной секунды, полученную в каждом (j -ом) заданном интервале времени t_{3j}

$$\bar{t}_{Cj} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_{Cij}; \quad (1.11)$$

6) средние арифметические значения абсолютной $\Delta \bar{t}$ и относительной $\bar{\delta}$ ошибок, а также среднюю субъективную продолжительность одной секунды \bar{t}_C , полученные во всех измерениях опыта:

$$\Delta \bar{t} = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K \Delta \bar{t}_j; \quad \bar{\delta} = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K \bar{\delta}_j; \quad \bar{t}_C = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K \bar{t}_{Cj}, \quad (1.12)$$

где K – число заданных интервалов времени ($K = 4$).

Средние арифметические значения абсолютной и относительной $\bar{\delta}$ ошибок оценки интервала времени считают соответственно абсолютным и относительным значением (дробью Вебера) разностного порога различения интервалов времени.

По результатам расчетов строят график $\Delta t = f(t_3)$.

Вывод по опыту должен содержать сведения:

- о найденных абсолютном и относительном значениях разностного порога различения интервалов времени;

- по результатам построения диаграммы – об изменении (при наличии) абсолютного значения разностного порога и его знака в зависимости от заданного интервала времени;

- о влиянии релевантных помех на абсолютные и относительные значения разностного порога различения интервалов времени.

Контрольные вопросы

1. Сущность понятия абсолютный порог чувствительности.
2. Сущность понятия относительный порог чувствительности.
3. Указать основные законы связывающие действие раздражителя и субъективных ощущений.
4. Как влияют релевантные помехи на восприятие времени.

Библиографический список

1. Психологический практикум. Ощущение. Восприятие. Представление: Учебно-методическое пособие / Сост.: А.В. Генералова, О.Ю. Гроголева. – Омск: Омск. гос. ун-т, 2004. – 68 с.
2. Общая психология: Учебник для вузов. — СПб.: Питер, 2008. — 583 с.
3. Хомская Е. Д. Нейропсихология: 4-е издание. — СПб.: Питер, 2005. — 496 с.

Практическая работа № 8

Исследование влияния средств индивидуальной защиты (СИЗ) рук на абсолютную пороговую кинестетическую чувствительность рук

Цель работы: оценить влияние СИЗ рук на работоспособность.

1. Общие положения

Кинестетическая чувствительность — это сложная, комплексная чувствительность. Она включает в себя ощущение целого ряда параметров объекта — его длины, толщины, диаметра, веса. Измерение разностных порогов кинестетической чувствительности имеет важное значение для многих видов профессиональной деятельности.

Кожно-кинестетическая чувствительность объединяет несколько частных самостоятельных видов, отличающихся качественными особенностями переживания тех или иных раздражителей.

Проприоцептивная чувствительность включает 3 вида рецепции, передающих сигналы из мышц, суставов и сухожилий.

Кинестетическая чувствительность легко вступает в связь с другими видами чувствительности — кожной, вестибулярной, слуховой и зрительной.

Мышечное чувство (по Сеченову) является не только регулятором движения, но и психофизиологической основой пространственного видения, восприятия времени, предметных суждений и умозаключений, абстрактно-словесного мышления.

Работоспособность - способность человека к активной деятельности, характеризующаяся возможностью выполнения работы и функциональным состоянием организма в процессе работы.

Функциональное состояние - уровень состояния физиологических функций, меняющийся в зависимости от характера и условий деятельности человека.

Кроме возможных нарушений зрительного и слухового анализаторов при работе в СИЗ следует учитывать помехи для точности ручной работы, возникающие при применении средств защиты рук. Перчатки и рукавицы, особенно если они не соответствуют кисти руки по размерам и (или) плохо индивидуально подогнаны, ограничивают координацию движений и могут препятствовать выполнению точных трудовых действий пальцами рук. Эти СИЗ нарушают тактильные (осязательные), а также температурные ощущения, воспринимаемые кожными рецепторами, и разрушают привычную для человека схему регуляции этих движений.

Рукавицы или перчатки могут оказаться препятствием для кожной чувствительности и этим нарушить точность работы. Поэтому помехи важно минимизировать при конструировании и подгонке, а также при выборе материалов для СИЗ рук.

2. Выполнение работы

1. Расположить в произвольном порядке эталоны.
2. Закрыть глаза и расположить эталоны в порядке возрастания (убывания) длины основного размера.
3. Занести в таблицу 1 результаты ранжирования.
4. Определить абсолютный и относительный пороги кинестетической чувствительности.
5. Используя СИЗ рук повторить п.1...4.
6. Сделать выводы о сфере профессионального применения исследуемых СИЗ и их влиянии на работоспособность.

Таблица 1

Результаты оценки кинестетической чувствительности

№ эталона	Абсолютная длина эталона, м	Разница в абсолютных размерах длин эталонов, м

Контрольные вопросы

1. Чем определяется кинестетическая чувствительность?
2. Определение понятия работоспособность.
3. Определение понятия функциональное состояние человека-оператора.
4. Влияние СИЗ на работоспособность человека-оператора.

Библиографический список

1. Психологический практикум. Ощущение. Восприятие. Представление: Учебно-методическое пособие / Сост.: А.В. Генералова, О.Ю. Гроголева. – Омск: Омск. гос. ун-т, 2004. – 68 с.
2. Общая психология: Учебник для вузов. — СПб.: Питер, 2008. — 583 с.
3. Менделевич В.Д. Клиническая медицинская психология.-М.:«МЕДпресс», 1998.
4. Немов Р. С. Психология. - М.: «Просвещение», 1994.
5. Хомская Е. Д. Нейропсихология: 4-е издание. — СПб.: Питер, 2005. — 496 с.
6. ГОСТ 12.4.061-88 ССБТ. Метод определения работоспособности человека в средствах индивидуальной защиты.

Практическая работа № 9

Определение остроты зрения

Цели работы: практическое ознакомление с методикой определения остроты зрения.

1. Общие положения

Зрительный анализатор - это глаза, зрительные нервы и зрительный центр, располагающийся в затылочной доле коры головного мозга (см. рис.1). Благодаря зрению мы познаем форму, величину, цвет предмета, направление и расстояние, на котором он находится.

Зрение человека определяет и зрительную работоспособность, т.е. способность к работе, заключающейся в учете разнообразной информации, воспринимаемой с помощью зрения, оценивают целым рядом методов: измерением остроты и поля зрения, способности к различению цветов и рядом других.

Применение ряда СИЗ может мешать работе органов чувств и тем самым нарушать восприятие человеком информации прежде всего зрительными и слуховыми анализаторами.

В изолирующих костюмах, в некоторых СИЗОД (закрывающих глаза) при использовании средств защиты лица и глаз может оказаться ограничено зрение из-за недостаточно прозрачных, слишком малых или неудобно расположенных стекол, через которые приходится смотреть работающему. При несоответствии этих СИЗ размерам тела и (или) при плохой индивидуальной подгонке СИЗ также могут возникать помехи зрению из-за ограничения обзора.

Нарушения зрения характеризуются следующими основными показателями: изменение остроты зрения; ограничение поля зрения;

Для оценки нарушений зрения, вызванных применением СИЗ, применяют, в частности измерение остроты и поля зрения.

Острота зрения – минимальный угол, при котором две равноудаленные точки видны как отдельные.

Для определения остроты зрения пользуются специальными таблицами с буквенными или цифровыми знаками, таблицы С.С.Головина и Д.Л.Сивцова.

Нормальной остротой зрения (равной одной диоптрии) считается способность глаза увидеть 2 точки, разделенные промежутком в одну угловую минуту.

Острота зрения зависит от положения объекта в поле зрения. Если из центра глаза условно провести конус (рис. 1), то:

- отличная острота зрения будет в конусе с углом 3-4°;

- хорошая – 7-8°;
- удовлетворительная – 13-14°.

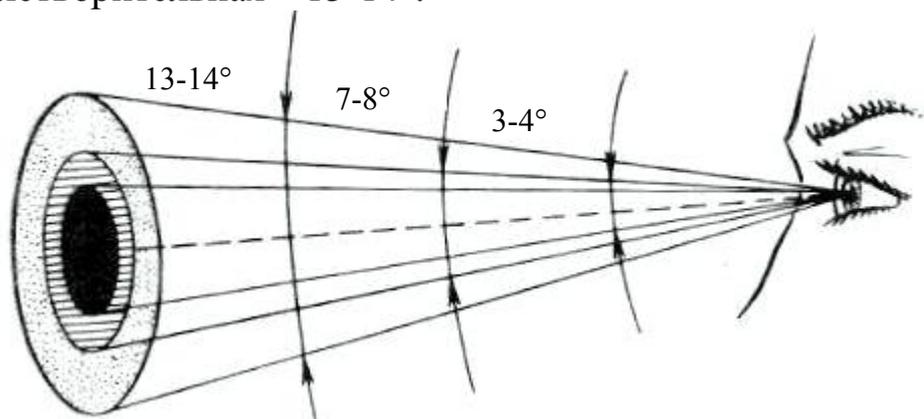


Рис.1. Конус зрения

Предметы, расположенные за пределами угла 20° , видны без явных деталей и цвета.

Различают остроту зрения полную и неполную. При пользовании таблицами С.С.Головина и Д.Л.Сивцова под полной остротой зрения понимают такую, при которой все знаки в соответствующей строке названы правильно.

Неполная острота зрения определяется при неузнавании в строках, соответствующих остроте зрения 0,3; 0,4; 0,5; 0,6, одного знака, а в строках 0,7; 0,8; 0,9; 1,0 – двух знаков. При неузнавании в строках, соответствующих остроте зрения 0,7; 0,8; 0,9; 1,0, одного знака остроту зрения считают полной.

Большое влияние на остроту зрения оказывает интенсивность освещения. С ростом интенсивности острота зрения сначала увеличивается, достигает максимума, а затем снижается.

Одним из наиболее часто используемых способов определения остроты зрения состоит в том, что она выражается как обратная величина угла, под которым самый малый еще различимый предмет виден глазом; за вершину угла во всех практически важных случаях можно принять центр хрусталика.

Разрешающая способность глаза – свойство глаза обнаруживать малые объекты и различать тонкие детали. Она сильно меняется в зависимости от объекта, продолжительности действия зрительных стимулов и некоторых других факторов.

Острота зрения непосредственно связана с количеством возбужденных палочек и колбочек, а так же с их расположением относительно центральной части сетчатки (фовеа).

На рис.1. показано строение зрительного анализатора человека.

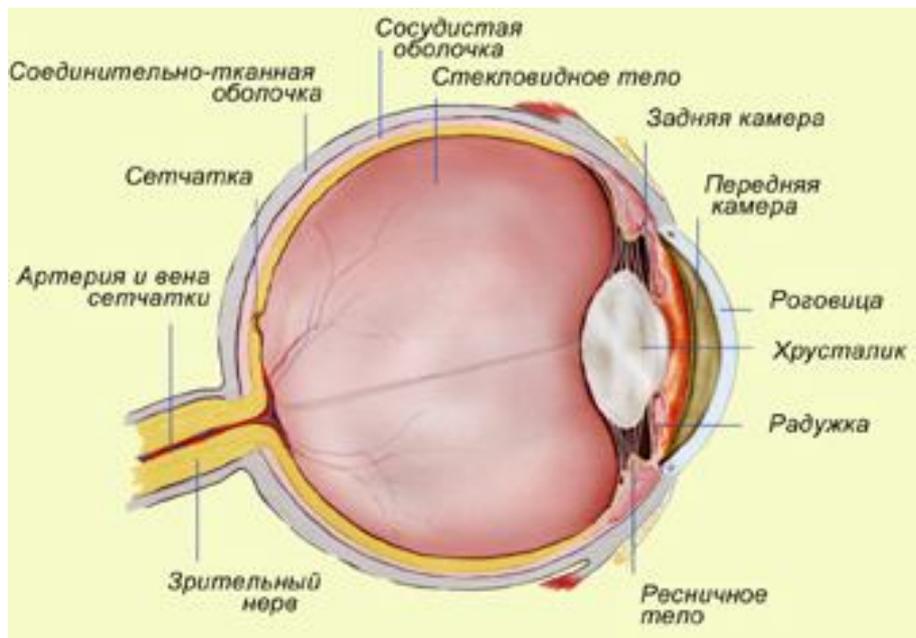


Рис. 1. Строение зрительного анализатора человека

Глаз - это сложная оптическая система. Глазное яблоко имеет форму шара с тремя оболочками: наружная, называется склерой, а ее передняя прозрачная часть - роговицей. Внутри от склеры расположена вторая оболочка - сосудистая. Ее передняя часть, лежащая за роговицей, называется радужкой, в центре которой имеется отверстие - зрачок. Позади радужной оболочки, напротив зрачка, расположен хрусталик, который можно сравнить с двояковыпуклой линзой. За хрусталиком, заполняя всю полость глаза, находится стекловидное тело.

Лучи света, попадая в глаз, проходят через роговицу, хрусталик и стекловидное тело, то есть через три преломляющие оптически прозрачные среды и попадают на внутреннюю оболочку глаза - сетчатку. Она выстилает только заднюю половину глаза, в ней находятся светочувствительные рецепторы - палочки (130 млн. штук) и колбочки (7 млн. штук). Колбочки обеспечивают так называемое "дневное" зрение, они позволяют четко различать мелкие детали. Цветное зрение осуществляется исключительно через колбочки. Палочки цвета не воспринимают и дают черно-белое изображение.

Свет, попавший в глаз, воздействует на фотохимическое вещество палочек и колбочек и разлагает его. При определенной концентрации продукты распада раздражают нервные окончания, расположенные в палочках и колбочках. Возникающие при этом импульсы по волокнам зрительного нерва поступают в головной мозг, и мы видим цвет, форму и величину предметов.

Зрение - способность человека получать информацию о форме, свойствах и параметрах движения предметов посредством анализа отраженного этими предметами излучения видимого диапазона. Зрение

осуществляется с помощью зрительного анализатора. Зрительный анализатор - это глаза, зрительные нервы и зрительный центр, располагающийся в затылочной доле коры головного мозга. Органы зрения играют исключительно важную роль в жизни человека. Благодаря зрению мы познаем форму, величину, цвет предмета, направление и расстояние, на котором он находится.

Цвет – это психологическая характеристика. Он не является свойством электромагнитной энергии, которую мы воспринимаем как свет, а представляет собой ощущение человека, вызываемое этой энергией /5/.

Глаз чувствителен к видимому диапазону спектра электромагнитных колебаний (380-770 нм), что соответствует восприятию цвета, начиная с фиолетового до красного.

Восприятие цвета зрительным анализатором (см. рис. 1) осуществляется двумя видами нервных клеток (рецепторов), располагающимися в сетчатой оболочке глаза. Палочки принадлежат к системе, которая воспринимает только черный, белый и оттенки серого цвета. Около 130 млн. палочек находится в каждом глазу человека. Колбочки позволяют воспринимать хроматические цвета, при условии, что освещенность превышает некоторый минимум, ниже которого цвет вообще не воспринимается. Их в каждом глазу порядка 7 млн /5/.

Одним из видов расстройств цветового зрения является дальтонизм.

Нарушение работы палочковых клеток сетчатки характеризуется гемералопией.

Отношение интенсивности светового сигнала к яркости фона называется яркостным контрастом. Едва заметная разница между двумя интенсивностями называется порогом различения.

Нормальное цветовое зрение называется трихроматическим, т.к. любой из различаемых человеком цветовых тонов можно получить в виде смеси трех первичных цветов:

- красный;
- зеленый;
- синий.

Гармоничное сочетание цветов на рабочем месте может повысить эффективность труда и обеспечить высокий уровень работоспособности. Так, ГОСТ Р 50948-2001 «Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности», определяет требования по цветовому оформлению средств отображения информации.

Нормальное зрение называют соразмерным. Близорукие люди видят близкие предметы хорошо, далекие — плохо, а дальновзоркие наоборот. У близоруких людей вследствие повышенной силы преломляющих сред из-за увеличенного размера глазного яблока лучи света от далеких предметов

фокусируются впереди сетчатки. В результате в области желтого пятна не получается ясного изображения, отдаленные предметы видны расплывчатыми. Зато лучи света от близких предметов в близоруком глазе сходятся точно на сетчатке и дают четкое изображение без напряжения или с минимальным напряжением при аккомодации. Близорукие люди могут часами читать, работать с очень мелкими деталями, не чувствуя утомления зрения.

У дальновзорких людей глаза, наоборот, отличаются слабой преломляющей силой или недостаточными размерами по передне-задней оси. Лучи света от далеких и близких предметов в таком глазе преломляются меньше, чем нужно, и четкого изображения на сетчатке не получается, так как фокус оказывается за сетчаткой глаза. Эти изменения условий фокусировки изображения в глазе называются рефракционными.

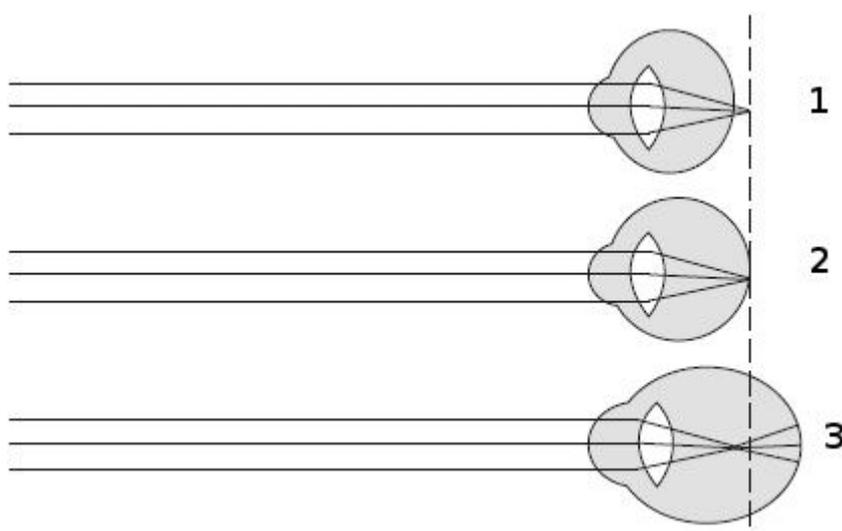


Рис.2. Схема рефракции глаза: 1 — дальновзоркого; 2 — нормального; 3 — близорукого

Бинокулярное зрение - способность одновременно чётко видеть изображение предмета обоими глазами; в этом случае человек видит одно изображение предмета, на который смотрит, то есть это зрение двумя глазами, с подсознательным соединением в зрительном анализаторе (коре головного мозга) изображений полученных каждым глазом в единый образ. Создаёт объёмность изображения. Бинокулярное зрение также называют *стереоскопическим*.

Если бинокулярное зрение не развивается, возможно зрение только правым или левым глазом. Такое зрение называется **монокулярным**.

Бинокулярное зрение - очень важная зрительная функция. Ее отсутствие делает невозможным качественное выполнение работы летчика, монтажника, хирурга и т.д. Формируется бинокулярное зрение к 7-15 годам. *Для осуществления бинокулярного зрения* (которое можно рассматривать как

замкнутую динамическую систему связей между чувствительными элементами сетчатки, подкорковыми центрами и корой большого мозга, а также глазодвигательными мышцами), *необходим ряд условий*: острота зрения на каждый глаз, как правило, не ниже 0,3-0,4, параллельное положение глазных яблок при взгляде вдаль и соответствующая конвергенция при взгляде вблизи, правильные ассоциированные движения глаз в направлении рассматриваемого объекта, одинаковая величина изображения на сетчатках, способность к бифовеальному слиянию.

При восприятии объектов в двухмерном и трехмерном пространстве различают поле зрения и глубинное зрение. Бинокулярное поле зрения охватывает в горизонтальном направлении 120-160°, вертикали вверх - 55-60° и вниз - 65-72°. При восприятии цвета размеры поля зрения снижаются. Зона оптимальной видимости ограничена полем: вверх - 25°, вниз - 35°, вправо - °, влево по 32°. Глубинное зрение связано с восприятием пространства. Так ошибка оценки абсолютной удаленности на расстоянии до 30м составляет в среднем 12% общего расстояния.

Определяют бинокулярное зрение различными способами. Один из наиболее удачных и общепринятых - исследование с помощью четырехточечного цветотеста. Для получения наглядного представления о бинокулярном зрении у самого себя можно проделать опыт Соколова с "дырой в ладони", а также опыты со спицами и чтением с карандашом.

Опыт Соколова заключается в том, что обследуемый смотрит одним глазом в трубку (например, в свернутую трубкой тетрадь), к концу которой со стороны второго, открытого глаза, приставляет ладонь. При наличии бинокулярного зрения создается впечатление "дыры" в ладони, сквозь которую воспринимается картина, видимая через трубку. Феномен можно объяснить тем, что картина, видимая через отверстие трубки, накладывается на изображение ладони в другом глазу. При одновременном зрении, в отличие от бинокулярного, "дыра" не совпадает с центром ладони, а при монокулярном феномен "дыры" в ладони не проявляется.

Методика определения зрительного поля определена в ГОСТ 12.4.008-84 «Средства индивидуальной защиты. Метод определения поля зрения».

Для определения границ поля зрения используется периметр модели ПНР-2-01 (рис.1) состоит из основания 1, дуги 10, опоры подбородной, шкалы дисковой, шкалы линейной 15. На основании 1 установлена трубка 2 с колодкой 3, в которой помещается дуга 10 со втулкой. С противоположной от дуги стороны к втулке винтами 7 крепится диск 8. К диску двумя винтами 6 прижимается дисковая шкала 4. На шкале имеются отметки 0; 90; 180; 270°. Когда винты 6 ослаблены, между диском 8 и дисковой шкалой 4 помещается бумажная шкала 16 таким образом, чтобы отметки 0; 90; 180 и 270° на бумажной шкале совпали с соответствующими отметками на дисковой шкале.

Дуга 10 может поворачиваться вокруг горизонтальной оси и одновременно с ней на такой же угол поворачивается бумажная шкала. В центре дуги имеется белая точка для фиксации взора испытуемого.

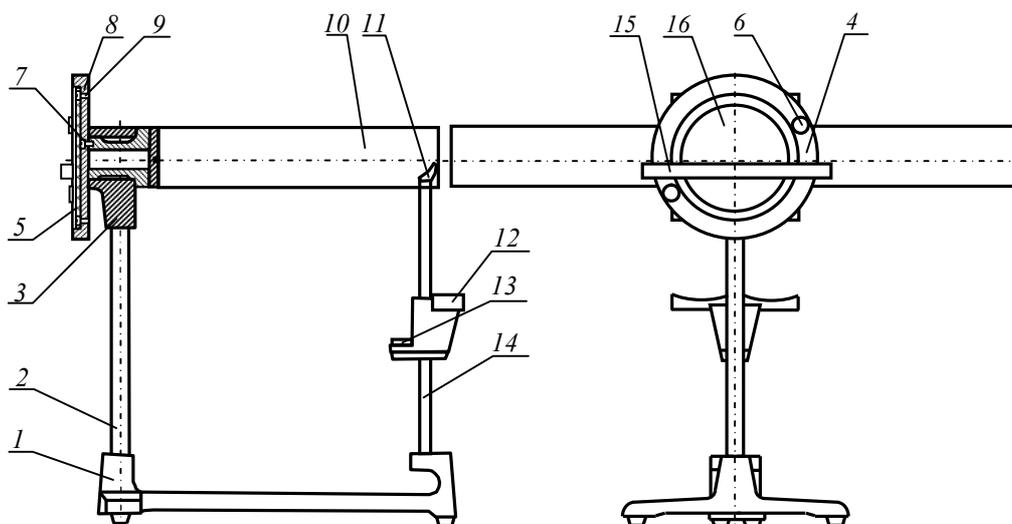


Рис1. Периметр ПНР-2-01:

1 – основание; 2 – трубка; 3 – колодка; 4 – шкала дисковая; 5 – подкладка;
6, 7, 9 – винт; 8 – диск; 10 – дуга; 11 – подглазник; 12 – подбородник; 13 – клавиша; 14 –
стойка; 15 – шкала линейная; 16 – схема поля зрения

Тест-объект представляет собой цилиндрический стержень, переходящий в пластину. В месте перехода имеются уступы треугольной формы, которые служат опорой при перемещении тест-объекта по дуге периметра и одновременно являются указателями отсчета градусов на шкале дуги периметра. На конце пластины имеются углубления диаметром 1, 3, 5, 9 мм, покрытые белой, красной и зеленой краской.

2. Выполнение работы

До проведения измерений необходимо подготовить протокол по форме, представленной в таблице 1.

Таблица 1

Протокол опыта

Освещенность	Правый глаз		Левый глаз	
	d , м	S	d , м	S
Нормальная				
Недостаточная				

До проведения опыта включается подсветка таблицы и общее освещение в помещении. В течение 5-7 мин испытуемый находится в тех

условиях освещенности, при которых будет проводиться опыт. Это обеспечивает устойчивый уровень адаптации глаз и отсутствие искажений в результатах исследования.

Испытуемый становится напротив таблицы на расстоянии 5 м. С этого расстояния буквы 10-й строчки глаз с нормальной остротой зрения различает под углом в одну угловую минуту, т.е. если глаз видит этот ряд с 5 м, его острота зрения равна 1,0. Неизмеряемый глаз испытуемый закрывает наглазником. Экспериментатор находится у таблицы и в случайном порядке указывает на буквы 10-й строчки. Испытуемый должен их назвать.

Если испытуемый не видит буквы или ошибается в их прочтении, то он подходит на некоторое расстояние (вносится в протокол) к таблице до тех пор, пока не прочтет все буквы строчки правильно. Затем опыт повторяют для другого глаза.

Определяют и заносят в протокол значения остроты зрения для различных уровней освещенности:

$$S = d/D, \quad (2.1)$$

где S – острота зрения; d – расстояние, на котором испытуемый находится от таблицы, м; D – расстояние, с которого данный ряд знаков виден под углом в одну угловую минуту, $D = 5$ м.

Анализ экспериментальных данных состоит в указании особенности остроты зрения у данного испытуемого при различных уровнях освещенности.

Контрольные вопросы

1. Строение глаза.
2. Какие факторы влияют на остроту зрения.
3. Методика определения остроты зрения.
4. Что считается нормальной остротой зрения?

Библиографический список

1. Душков Б.А., Королев А.В., Смирнов Б.А. Основы инженерной психологии: Учеб. для вузов.– М.: Академический Проект, 2002. – 574 с.
2. Практикум по инженерной психологии и эргономике: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / С. К. Сергиенко, В.А. Бодров, Ю.Э. Писаренко и др.; Под ред. Ю.К.Стрелкова. – М.: Издательский центр "Академия", 2003. – 400 с.

Практическая работа № 10

Определение зрительных пространственных порогов различения (точность глазомера)

Цель работы: определение точности оценки длины отрезков.

1. Общие положения

Глазомер - способность с различной точностью оценивать и сравнивать величины зрительно воспринимаемых объектов и расстояний до них. Частным случаем является глубинный глазомер — восприятие относительной удаленности от глаз объекта. В более общем плане под глазомером понимается определение посредством зрительного восприятия («на глаз») пространственных величин (длины, площади, удаленности, направления и скорости движения предметов) без применения специальных измерительных приборов. Глазомер имеет большое значение при восприятии человеком графической индикации, при визуальном контроле качества продукции, в органолептике.

2. Выполнение работы

Перед началом опыта необходимо подготовить форму протокола (таблица 1). Испытуемый садится на расстоянии 0,5 м от глазомерной линейки. Миллиметровая шкала линейки должна быть обращена в сторону экспериментатора.

Таблица 1

Протокол опыта

Положение эталонного отрезка									
1-я серия					2-я серия				
№ п/п	$L_{\text{э}}$, см	L , см	ΔL , см	δ_i	№ п/п	$L_{\text{э}}$, см	L , см	ΔL , см	δ_i
1					1				
2					2				
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
20					20				
Среднее			$\Delta \bar{L}_1 =$	$\bar{\delta}_1 =$	Среднее			$\Delta \bar{L}_2 =$	$\bar{\delta}_2 =$
СРЕДНЕЕ			$\Delta \bar{L} =$			$\bar{\delta} =$			

Испытуемому предъявляют четыре эталонных отрезка, длина которых 8,5; 12,5; 15,0 и 19,5 см, причем каждый из них повторяется по 5 раз в случайной последовательности. Варианты случайных последовательностей эталонных отрезков даны в таблице 2.

Рекомендуемые случайные последовательности эталонного стимула $L_Э$

№ п/п	Номер варианта					
	1	2	3	4	5	6
	$L_Э$, см	$L_Э$, см	$L_Э$, см	$L_Э$, см	$L_Э$, см	$L_Э$, см
1	15	12,5	19,5	15	8,5	19,5
2	8,5	8,5	8,5	12,5	19,5	8,5
3	19,5	19,5	12,5	19,5	15	12,5
4	12,5	15	15	8,5	12,5	15
5	19,5	8,5	19,5	19,5	19,5	8,5
6	12,5	12,5	15	15	8,5	12,5
7	15	19,5	8,5	12,5	12,5	15
8	8,5	15	12,5	8,5	15	19,5
9	12,5	19,5	8,5	15	8,5	12,5
10	8,5	12,5	19,5	8,5	19,5	15
11	19,5	8,5	15	19,5	15	8,5
12	15	15	12,5	12,5	12,5	19,5
13	19,5	8,5	19,5	15	19,5	15
14	15	19,5	12,5	8,5	12,5	19,5
15	12,5	15	15	19,5	15	12,5
16	8,5	12,5	8,5	12,5	8,5	8,5
17	12,5	8,5	12,5	8,5	19,5	15
18	8,5	19,5	8,5	19,5	12,5	8,5
19	19,5	12,5	19,5	15	15	12,5
20	15	15	15	12,5	8,5	19,5

Инструкция испытуемому: "Прямо перед Вами расположена глазомерная линейка, на которой слева или справа от центральной метки мной будет установлен с помощью движка отрезок неизвестной Вам длины. Ваша задача состоит в том, чтобы с помощью второго движка воспроизвести точно такой же отрезок с другой стороны от центральной метки. Постарайтесь во время опыта не менять позу, не приближаться и не удаляться от линейки".

Опыт проводят для двух положений эталона относительно центральной метки глазомерной линейки. При проведении 1-й серии экспериментатор с помощью движка устанавливает эталонный отрезок справа, относительно испытуемого, от центральной метки, в соответствии с выбранной случайной последовательностью.

Испытуемый, пользуясь движком, находящимся по другую сторону от метки, должен как можно точнее воспроизвести отрезок такой же длины. Во 2-й серии эталонный отрезок экспериментатор устанавливает слева, относительно испытуемого, от центральной метки, для той же случайной последовательности

Результаты измерений и их обработки заносят в протокол (см. таблицу 1). Расчеты выполняют с точностью не менее 0,01.

Производят расчет и заносят в протокол следующие показатели:

1) ошибку ΔL_i субъективной оценки эталонного отрезка $L_{\text{Э}i}$ для двух серий в каждом (i -ом) измерении:

$$\Delta L_{ij} = L_{\text{Э}j} - L_{ij},$$

где $L_{\text{Э}}$ – длина эталонного отрезка, см; L – расстояние, установленное испытуемым, см; j – номер серии;

2) относительную ошибку (дробь Вебера) i -й оценки j -й серии эталонного отрезка:

$$\delta_{ij} = \frac{|\Delta L_{ij}|}{L_{\text{Э}j}};$$

3) средние абсолютное $\Delta \bar{L}_j$ и относительное $\bar{\delta}_j$ значения ошибки оценки эталонного отрезка для каждой (j -й) серии:

$$\Delta \bar{L}_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\Delta L_{ij}|; \quad \bar{\delta}_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \delta_{ij},$$

где N – число измерений в серии ($N = 20$);

4) средние арифметические значения абсолютной $\Delta \bar{L}$ и относительной $\bar{\delta}$ ошибок, полученных для двух серий:

$$\Delta \bar{L} = \frac{1}{2} (\Delta \bar{L}_1 + \Delta \bar{L}_2); \quad \bar{\delta} = \frac{1}{2} (\bar{\delta}_1 + \bar{\delta}_2).$$

Средние арифметические значения абсолютной $\Delta \bar{L}$ и относительной $\bar{\delta}$ ошибок оценки отрезков считают соответственно абсолютным и относительным значением (дробью Вебера) разностного порога различения отрезков.

По результатам расчетов строят график $\Delta L = f(L_{\text{Э}})$.

Вывод по опыту должен содержать сведения:

- о найденных абсолютном и относительном значениях разностного порога различения отрезков;

- по результатам построения диаграммы – об изменении (при наличии) абсолютного значения разностного порога различения отрезков и его знака в зависимости от длины эталонного отрезка.

Библиографический список

1. Душков Б.А., Королев А.В., Смирнов Б.А. Основы инженерной психологии: Учеб. для вузов. – М.: Академический Проект, 2002. – 574 с.

2. Практикум по инженерной психологии и эргономике: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / С. К. Сергиенко, В.А. Бодров, Ю.Э. Писаренко и др.; Под ред. Ю.К.Стрелкова. – М.: Издательский центр "Академия", 2003. – 400 с.

Практическая работа № 11

Определение границ зрительного поля

Цель работы: определение границ поля зрения.

1. Общие положения

Поле зрения - пространство, видимое глазом при фиксированном направлении взора и неподвижности головы.

На границы поля зрения в норме оказывают влияние *многочисленные факторы*, такие как глубина передней камеры и ширина зрачка, степень внимания исследуемого, его утомленность, состояние адаптации, величина и яркость показываемого объекта, характер освещения фона, скорость движения объекта и т.д.

Изменения поля зрения могут проявляться или в виде сужения его границ, или в виде выпадения в нем отдельных участков. Сужение границ поля зрения может быть концентрическим и может достигнуть таких степеней, что от всего поля зрения останется только небольшой центральный участок (трубчатое поле зрения). Сужение поля зрения бывает при заболеваниях зрительного нерва, травматическом неврите и т.д.

Может быть секторообразное выпадение поля зрения при таких заболеваниях как глаукома, при частичных атрофиях зрительного нерва, при закупорке одной из ветвей центральной артерии сетчатки. Патологические ограниченные дефекты поля зрения могут быть при очаговых поражениях сетчатой оболочки, сосудистой, зрительных путей.

Кроме того, применение ряда средств индивидуальной защиты (СИЗ) может мешать работе органов чувств и тем самым нарушать восприятие человеком информации прежде всего зрительными и слуховыми анализаторами.

В изолирующих костюмах, при использовании СИЗ лица и глаз может оказаться ограничено зрение из-за недостаточно прозрачных, слишком малых или неудобно расположенных стекол. При несоответствии этих СИЗ размерам тела и (или) при плохой индивидуальной подгонке СИЗ также могут возникать помехи зрению из-за ограничения обзора. Ограничение поля зрения при применении СИЗ мешает работе и препятствует зрительному ориентированию. Поэтому в нормативных документах устанавливаются предельно допустимые уровни ограничения поля зрения как по направлению (вверх, вниз, внутрь, наружу и пр.), так и по относительному уменьшению видимого пространства.

Определить границы поля зрения можно с помощью компьютерной периметрии, а наиболее точно - при проекции их на сферическую

поверхность. Исследование этим способом носит название периметрии и производится с помощью приборов, которые называются периметрами. Наиболее широкое распространение получили электрический проекционно-регистрационный периметр (ПРП) и периметр Ферстера. На ПРП исследование проводится всегда в одних и тех же условиях, в зависимости от остроты зрения и других причин изменяются величина, цвет и светлота объектов.

Полученные данные наносятся на схему. Во всех случаях необходимо исследовать поле зрения не менее чем в 8 меридианах. В среднем, нормальные периферические границы поля зрения на белый цвет равны: кнаружи 90° , кверху $50-55^\circ$, кверху кнаружи 70° , кверху кнутри 60° , книзу $65-70^\circ$, книзу кнаружи 90° , книзу кнутри 50° , кнутри 50° . Это границы монокулярного поля зрения, индивидуальные колебания которого не превышают $5-10^\circ$. Большое значение имеет также определение границ бинокулярного поля зрения.

Для диагностики и суждения о ходе многих заболеваний зрительных нервов и сетчатки необходимо определить границы поля зрения на цвета. При этом исследовании пользуются объектом величиной в 5 мм. Границы поля зрения на цвета уже, чем на белый цвет и в среднем следующие: на синий цвет кнаружи 70° , кнутри, кверху и книзу - 50° ; на красный цвет кнаружи 50° , кнутри, кверху и книзу - 40° ; на зеленый - по всем четырем меридианам 30° .

1. Выполнение работы

1. Подготовить периметрическую бланк-схему (см. рис. 1).
2. Зафиксировать голову. Взор испытателя фиксируется на черном кружке в центре периметрической бланк-схемы. Занести в протокол расстояние от зрачка до центра периметрической бланк-схемы.
3. Тест-объект перемещают к центру от периферии со скоростью $4-5^\circ$ в 1 с..
4. Осуществляется наблюдение за поведением зрачка испытателя. Как только зрачок испытателя начинает смещаться в сторону тест-объекта, фиксируется положение тест-объекта.
5. Первое измерение проводят на носовом меридиане: 0° - для левого глаза; 180° - для правого глаза. Затем проводят измерения последовательно по другим 11 меридианам: $30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300$ и 330° .
6. Проводятся измерения для каждого глаза в отдельности, для этого используется повязка светонепроницаемая для прикрытия исследуемого глаза. Затем аналогичные измерения для бинокулярного зрения.
7. Результаты заносятся в протокол измерений.
8. По заданию преподавателя испытатель применяет СИЗ зрения. Проводим аналогичные измерения.
9. Проводим статистическую обработку результатов.

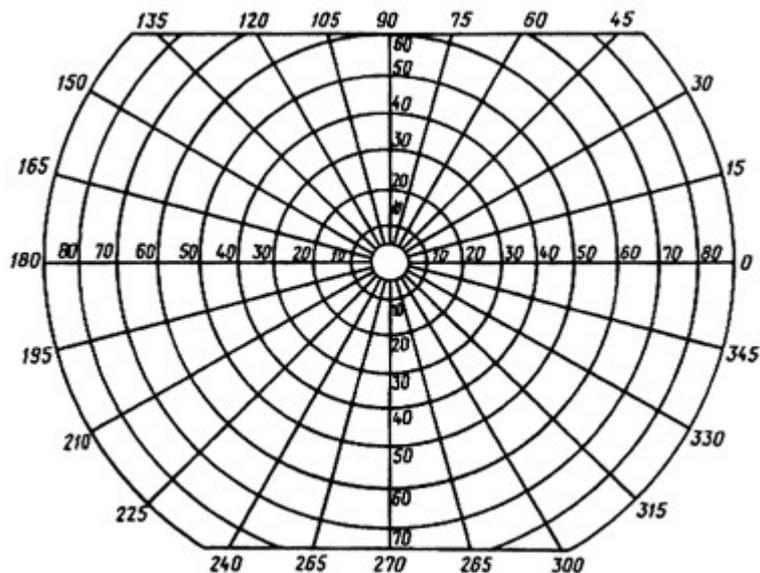


Рис.1 Периметрическая бланк-схема для занесения результатов измерений

Протокол результатов измерения поля зрения испытуателя в СИЗ

1. Фамилия, инициалы _____
2. Возраст _____
3. Дата исследования _____
4. Острота зрения _____
5. Наименование СИЗ _____

Таблица 1

Результаты исследования

Результаты исследования		Значения границы поля зрения, град											
		0 (360)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Без СИЗ	Правый глаз												
	Левый глаз												
В СИЗ	Правый глаз												
	Левый глаз												

При статистической обработке результатов измерений углов зрения принимается нормальный закон распределения.

1. Среднеарифметическое значение угла поля зрения определяют по формуле

$$\varphi_{j\text{ср}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \varphi_{ij}$$

где $\varphi_{j\text{ср}}$ - среднеарифметическое значение угла поля зрения для j -го меридиана, $j \rightarrow 0^\circ, 30^\circ, \dots, 330^\circ$; φ_{ij} - значение угла поля зрения для i -го испытуемого ($i = 1, \dots, n$) и j -го меридиана; n - количество испытуемых.

2. Среднеквадратическое отклонение среднего значения угла поля зрения определяют по формуле

$$S_{\varphi_{j\text{ср}}} = M_{\text{к}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\varphi_{ij} - \varphi_{j\text{ср}})^2}{n(n-1)}}$$

где $S_{\varphi_{j\text{ср}}}$ - среднеквадратическое отклонение среднего значения угла поля зрения для j -го меридиана; $M_{\text{к}}$ - коэффициент, зависящий от количества испытуемых; значения $M_{\text{к}}$ приведены в табл. 1.

Таблица 1

$n-1$	$M_{\text{к}}$	$n-1$	$M_{\text{к}}$	$n-1$	$M_{\text{к}}$	$n-1$	$M_{\text{к}}$
1	1,253	6	1,042	11	1,023	16	1,016
2	1,128	7	1,036	12	1,021	17	1,015
3	1,085	8	1,032	13	1,019	18	1,014
4	1,064	9	1,028	14	1,018	19	1,013
5	1,051	10	1,025	15	1,017	20	1,013

3. Нижнюю доверительную границу среднего значения угла поля зрения определяют по формуле

$$\varphi_{j\text{н}} = \varphi_{j\text{ср}} - t \cdot S_{\varphi_{j\text{ср}}}$$

где $\varphi_{j\text{н}}$ - нижняя доверительная граница среднего значения угла поля зрения для j -го меридиана; t - коэффициент Стьюдента, который при доверительной вероятности $P=0,95$ в зависимости от числа испытуемых находят по табл. 2.

Таблица 2

$n-1$	t	$n-1$	t	$n-1$	t	$n-1$	t
1	6,314	6	1,943	11	1,796	16	1,746
2	2,92	7	1,895	12	1,782	17	1,740
3	2,353	8	1,859	13	1,771	18	1,734
4	2,132	9	1,833	14	1,761	19	1,729
5	2,015	10	1,812	15	1,753	20	1,725

4. При числе испытуемых $n \leq 15$ принадлежность результатов измерений угла поля зрения i -го испытуемого к нормальному закону распределения не проверяют.

Анализ экспериментальных данных состоит в указании особенностей границ поля зрения в пределах изучаемых направлений у данного испытуемого. Необходимо обратить внимание на возможные отклонения от нормативных величин, как для ахроматического, так и для хроматических стимулов.

Контрольные вопросы

1. Определение поля зрения.
2. От чего зависит поле зрения?
3. Границы поля зрения.
4. Механизм цветоощущений.
5. Адаптация.

Библиографический список

1. Основы эргономики [Текст] : учеб. пособие / В. П. Зинченко, В. М. Мунипов. - М. : МГУ, 1979. - 344 с.
2. Психофизиология состояний человека [Текст] : научное издание / Е. Ильин. - СПб. : Питер, 2005. - 412 с.
3. ГОСТ Р ЕН 614-1-2003 Безопасность оборудования. Эргономические принципы конструирования. Часть 1. Термины, определения и общие принципы.
4. ГОСТ 12.4.061-88 ССБТ. Метод определения работоспособности человека в средствах индивидуальной защиты.
5. У. Вудсон, Д. Коновер Справочник по инженерной психологии для инженеров и художников-конструкторов. Москва: Издательство «МИР», 1968 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Практическая работа №1 «Координация движений»	3
Практическая работа №2 «Исследование мышечных усилий и мышечной выносливости (динамометрия)»	9
Практическая работа №3 «Оценка антропометрических качеств средств индивидуальной защиты»	19
Практическая работа №4 «Определение положения общего центра тяжести тела графическим способом»	28
Практическая работа №5 «Исследование действий и макродвижений в процессе развития профессиональных навыков у операторов технических систем»	47
Практическая работа №6 «Определение разностных порогов кожной чувствительности»	52
Практическая работа №7 «Восприятие времени»	60
Практическая работа №8 «Исследование влияния средств индивидуальной защиты (СИЗ) рук на абсолютную пороговую кинестетическую чувствительность рук»	64
Практическая работа №9 «Определение остроты зрения»	66
Практическая работа №10 «Определение зрительных пространственных порогов различения (точность глазомера)»	74
Практическая работа №11 «Определение границ зрительного поля»	77

Учебное издание

**ЭРГОНОМИКА И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА**

Практикум

Составители Денис Сергеевич Алешков
Елена Анатольевна Бедрина

В авторской редакции

Подписано к печати __ . __ . 20 __
Формат 60x90 1/16. Бумага писчая.

Оперативный способ печати
Гарнитура Times New Roman
Усл. п. л. __ , уч.-изд. л. __

Тираж __ экз. Заказ № __

Цена договорная

Отпечатано в СибАДИ
644080, Омск, пр. Мира, 5