

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Транспортные и технологические машины»

ЭРГОНОМИКА ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ, СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов направления подготовки*

*23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»
очной формы обучения*



Могилев 2018

УДК 621.86+625.08
ББК 39.9+39.3
Э 74

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой ТТМ «24» октября 2018 г., протокол № 3

Составители: канд. техн. наук, доц. Е. В. Кузнецов;
канд. техн. наук, доц. А. В. Кулабухов;
канд. техн. наук, доц. В. В. Кутузов

Рецензент канд. техн. наук А. Е. Науменко

Методические рекомендации к практическим занятиям предназначены для студентов направления подготовки 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» очной формы обучения.

Учебно-методическое издание

ЭРГНОМИКА ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ, СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН

Ответственный за выпуск	И. В. Лесковец
Технический редактор	А. Т. Червинская
Компьютерная вёрстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 56 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 24.01.2014.
Пр. Мира, 43, 212000, Могилёв.

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский
университет», 2018



Содержание

Введение.....	4
1 Практическое занятие № 1. Исследование мышечных усилий и мышечной выносливости (динамометрия).....	5
2 Практическое занятие № 2. Оценка антропометрических качеств средств индивидуальной защиты.....	10
3 Практическое занятие № 3. Определение положения общего центра тяжести тела графическим способом (сложением сил тяжести).....	16
4 Практическое занятие № 4. Определение разностных порогов кожной чувствительности.....	19
5 Практическое занятие № 5. Восприятие времени.....	26
6 Практическое занятие № 6. Определение остроты зрения.....	29
Список литературы.....	35



Введение

Целью практических занятий является формирование у студентов знаний, умений и навыков в области оптимизации труда при эксплуатации строительных, дорожных, подъемно-транспортных машин и оборудования (СДПТМиО).

В настоящее время постоянно возрастает роль человека как управляющего звена системы «человек – машина – среда». В связи с этим при проектировании новой техники актуальным становится вопрос максимального приспособления машин и оборудования к возможностям человека. При комплексном и рациональном подходе к проектированию системы «человек – машина – среда» достигается наивысшая производительность труда, обеспечивается оптимальное функционирование элементов системы, безопасность системы в целом.

В результате практических занятий студент научится использовать характеристики человека как элемента эргатической системы при проектировании СДПТМиО, рационально распределять функции между человеком и машиной, организовывать рациональную и безопасную работу машин, комплексов и комплектов на строительной площадке.

После проведения занятия каждый студент оформляет отчет, содержащий цель занятия и основные полученные результаты (сведения). Отчет оформляется в соответствии с ГОСТ 2.105–95 *Общие требования к текстовым документам*. При осуществлении рейтинг-контроля отчеты по проведенным практическим занятиям подлежат защите.

1 Практическое занятие № 1. Исследование мышечных усилий и мышечной выносливости (динамометрия)

Цель: определить силу и выносливость правой и левой руки.

Теоретическая часть

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, 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.

Физиологический поперечник мышцы – длина поперечного разреза мышцы, перпендикулярного ходу ее волокон (рисунок 1.1).

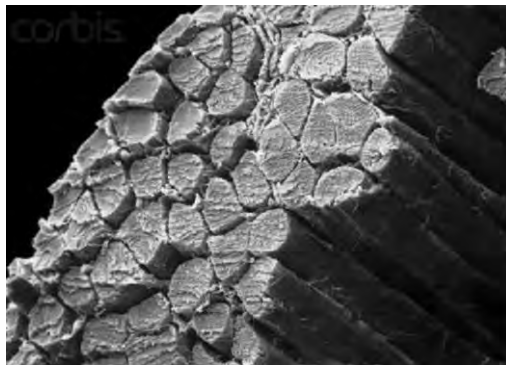


Рисунок 1.1 – Физиологический поперечник мышцы

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 таблице 1.1 представлена шкала оценки мышечной силы.

Таблица 1.1 – 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 также при средних нагрузках и при среднем ритме сокращения.

Данные закономерности получили отражение в регламентировании нагрузок, прикладываемых к органам управления (таблицы 1.2 и 1.3).

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).



Таблица 1.2 – 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		
	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 – ГОСТ 2.2.033–78

Таблица 1.3 – Допустимые усилия нажатия на педали в положении сидя

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

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 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 либо 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 эти напряжение и сопротивление уменьшаются, а при повышении тонуса – увеличиваются по сравнению с нормальными вплоть до значительного сопротивления.

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 таблицу 1.4. Полученные данные сравниваются с критериями из таблицы 1.5.

Дать критериальную оценку мышечной выносливости и силе кистей рук.



Таблица 1.4 – Протокол измерений

Показатель	Кисть	
	правая	левая
Сила мышц кистей рук, кг		
Выносливость мышц к статическим напряжениям, с		

Таблица 1.5 – Критерии оценки силы мышц кистей рук

Показатель	Оптимальное значение		Допустимый физиологический предел		Недопустимое значение	
	муж.	жен.	муж.	жен.	муж.	жен.
Сила мышц кистей рук, кг	35...50	15...30	30...70	15...20	Менее 30	Менее 15
Выносливость мышц к статическим напряжениям, с	73	73	40...120	40...120	Менее 40	Менее 40

Контрольные вопросы

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

2 Практическое занятие № 2. Оценка антропометрических качеств средств индивидуальной защиты

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

Теоретическая часть

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 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.

Применение многих СИЗ вызывает дополнительные изменения в состоянии человека, которые могут увеличить рабочее напряжение и ускорить наступ-



ление утомления. В соответствии с Техническим регламентом «О безопасности средств индивидуальной защиты» СИЗ должны иметь конструкцию, соответствующую антропометрическим данным пользователя, при этом размерно-ростовочный ассортимент должен учитывать все категории пользователей.

Эргономические показатели СИЗ группируют следующим образом:

- физиологические (характеризующие воздействие СИЗ на состояние организма человека);
- психологические (характеризующие отношение человека к применению СИЗ, удовлетворенность (или неудовлетворенность) их применением, воздействие СИЗ на психику человека);
- гигиенические (уровни вредных и (или) опасных производственных факторов, на предотвращение воздействия которых рассчитано СИЗ);
- 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 1,5...2 раза, при выполнении небольшой работы увеличение происходит в 2...3 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. Такие воздействия 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.

Выполнение работы

1 Подготовить мерную ленту.

2 Провести измерение головы по замкнутой линии, проходящей через лоб. Результат измерения округлить до 0,5 см. Используя таблицу 2.1, подобрать соответствующий размер головного убора и результаты занести в таблицу 2.3.

Таблица 2.1 – Размеры головных уборов

Размер USA	XS	S	M	L	XL
Обхват головы, см	52...54	55...56	57...58	59...60	61...62

3 Определить размер перчатки, используя таблицу 2.2. Результаты занести в таблицу 2.3.

Таблица 2.2 – Размеры 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 2.3 – Результаты измерений

Наименование СИЗ	Результат измерения, см	Российский размер	Размер USA (таблица 2.2)
Одежда			
Обувь			
Головной убор			
Перчатки			

4 Произвести оценку соответствия готового изделия (перчатки) требованиям технических условий, используя таблицу 2.4. Результаты оценки занести в таблицу 2.3.

Таблица 2.4 – Таблица соответствия размеров деталей перчаток

Размер детали перчатки	19	20	22	Отклонение, ± см
Общая длина	27,5	28,5	30	1,5
Ширина	9,0	9,5	10,5	0,5
Длина запястья	8,0	8,0	8,0	0,3



5 Используя таблицу 2.5, 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.

Таблица 2.5 – 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

6 Выбранный рост маски занести в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 – Результаты измерений

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

7 Используя данные таблицы 2.7, определить наименование химически опасных веществ, от действия которых обеспечивается защита фильтрующей коробкой противогаза. Результаты занести в таблицу 2.6.

Таблица 2.7 – 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

8 Поставить ногу на лист бумаги, сделать отметки по пятке и большому пальцу (отмечать впритык по большому пальцу), измерить расстояние в сантиметрах. Используя таблицу 2.8, определить размер обуви. Результаты занести в таблицу 2.3.

Таблица 2.8 – Размеры 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

9 Произвести измерение и определение размеров одежды при помощи таблиц 2.9 и 2.10. Результаты занести в таблицу 2.3.

Таблица 2.9 – Размеры 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
Европейский	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 2.10 – Размеры 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
Европейский	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

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.



3 Практическое занятие № 3. Определение положения общего центра тяжести тела графическим способом (сложением сил тяжести)

Цель: научиться определять положение центров тяжести (ЦТ) звеньев, положение общего центра тяжести тела (ОЦТ).

Теоретическая часть

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:

операторы низкого роста: операторы, которые по росту составляют 5 % всего количества операторов;

операторы среднего роста: операторы, которые по росту составляют 90 % всего количества операторов;

операторы высокого роста: операторы, которые по росту составляют 5 % всего количества операторов.

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.



Выполнение работы

1 Нанести проекцию тела на миллиметровую схему (рисунок 3.1), определить масштаб проекции относительно собственного роста и записать его в правом нижнем углу схемы.

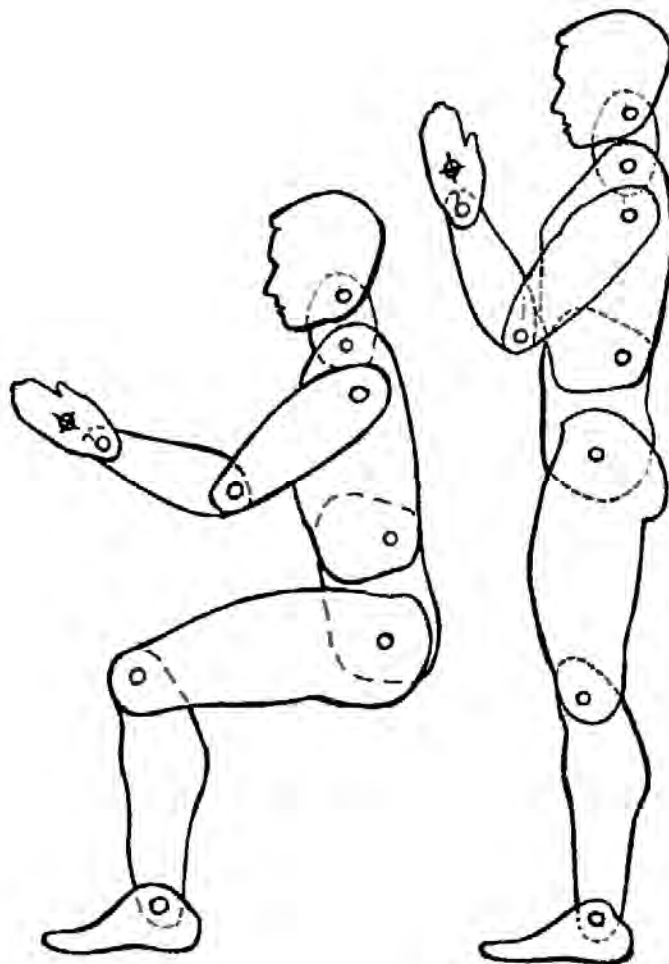


Рисунок 3.1 – Проекция тела

2 Начертить таблицу 3.1.

3 Определить положение ЦТ звеньев тела. На рисунке (проекции) позы человека, используя анатомические данные, пометить положение проекций осей суставов. Измерив длину каждого длинного звена, умножить её на соответствующее относительное значение радиуса ЦТ. Используя эти данные и анатомические ориентиры, проставить ЦТ всех звеньев.

4 Заполнить столбец 3 таблицы 3.1, 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 3.1 – Результаты замеров

Части тела	Относительный вес звеньев тела, кг	Абсолютный вес звеньев тела, кг	Абсолютная длина звена, см	Относительная длина звена, мм	ЦТ звена* относительное 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
Предплечье правое	0,02				0,42
Предплечье 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				044*****

Примечание – * – 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

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?



4 Практическое занятие № 4. Определение разностных порогов кожной чувствительности

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

Теоретическая часть

В ряде экспериментов, начиная с 1834 г., 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 г. сформулировал «основной психофизический закон», по которому сила ощущения пропорциональна логарифму интенсивности раздражителя:

$$p = k \cdot \ln \frac{S}{S_0}, \quad (4.1)$$

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 которого произвёл Стивенс. По закону Фехнера, между рядом ощущений и рядом физических раздражителей существует логарифмическая зависимость. Стивенс считал, что зависимость степенная, и записал формулу

$$p = k \cdot S^n, \quad (4.2)$$

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. Минимальную величину раздражителя, впервые начинающую 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 физиологической адаптации.

Кожная чувствительность подразделяется классической физиологией органов чувств на четыре различных вида. Обычно различают рецепции боли, тепла, холода и прикосновения (давления). Строение кожи человека представлено на рисунке 4.1.

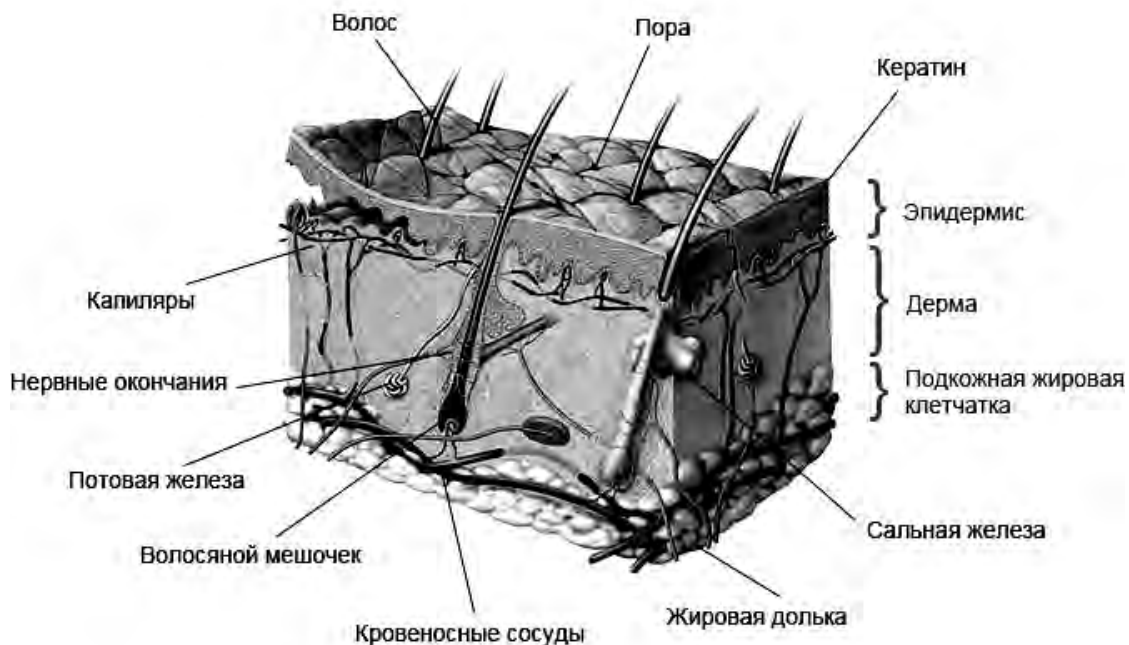


Рисунок 4.1 – Строение кожи человека

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, 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 иррадирующий, размытый характер, т. е. ошибочность в определении и локализации источника боли.

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 (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.

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 обычно ощущается 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 (пачиниевы 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 которые распознаются предметы окружающего нас мира. Взаимодействие ощущений давления и температуры дает ощущения влажности. Сочетание влажности с известной податливостью, проницаемостью позволяет 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 получаются 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 к механическим раздражениям 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 про-

цесса 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, т. к. 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 (например, 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.

Оценка кожной чувствительности осуществляется эстеziометром. Прибор позволяет исследовать пороги ощущения давления, прикосновения, вибрации, тепла и холода. С помощью эстеziометра 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

Выполнение работы

Подготовить протокол по исследованию разностных порогов кожной чувствительности (таблица 4.1).

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

Таблица 4.1 – Протокол исследования разностных порогов кожной чувствительности

Возрастающая последовательность			Убывающая последовательность			Случайная последовательность		
Номер опыта	X , мм	Ответ испытуемого	Номер опыта	X , мм	Ответ испытуемого	Номер опыта	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			$X_U =$ мм			$X_C =$ мм		

В соответствии с тем, что он ощущает, испытуемый должен сказать: «Одно», «Два» или «Не знаю», а экспериментатор заносит в протокол (см. таблицу 4.1 в графу «Ответ испытуемого» соответственно «1», «2» или «?»).

Расстояние X между «ножками» эстеziометра изменяют от 0 до 45 мм через интервал 3 мм, используя для этого три вида последовательности изменения расстояния X (см. таблицу 4.1):

- 1) возрастающая – от 0 до 45 мм;
- 2) убывающая – от 45 мм до 0;
- 3) в случайном порядке (таблица 4.2).

По окончании опыта определяются и заносятся в протокол (см. таблицу 4.1) 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 4.1 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_{PI} 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 4.1.

Таблица 4.2 – Рекомендуемые случайные последовательности расстояния X

Номер опыта	X , мм	Номер опыта	X , мм	Номер опыта	X , мм	Номер опыта	X , мм	Номер опыта	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

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.

5 Практическое занятие № 5. Восприятие времени

Цель: исследование точности в оценке времени.

Теоретическая часть

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.

Выполнение работы

Подготовить бланк протокола (таблица 5.1).

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 5.1 – 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		$\overline{\Delta t_1} =$	$\overline{\delta_1} =$	$\overline{t_{c1}} =$
10				
10				
10				
10				
10				
Среднее		$\overline{\Delta t_2} =$	$\overline{\delta_2} =$	$\overline{t_{c2}} =$
15				
15				
15				
15				
15				
Среднее		$\overline{\Delta t_3} =$	$\overline{\delta_3} =$	$\overline{t_{c3}} =$
20				
20				
20				
20				
20				
Среднее		$\overline{\Delta t_4} =$	$\overline{\delta_4} =$	$\overline{t_{c4}} =$
Среднее		$\overline{\Delta t} =$	$\overline{\delta} =$	$\overline{t_c} =$

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 -м) измерении

$$\Delta t_{ij} = t_{3j} - t_{\phi ij}; \quad (5.1)$$

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

$$\delta_{ij} = \frac{|\Delta t_{ij}|}{t_{3j}}; \quad (5.2)$$

3) субъективную продолжительность одной секунды

$$t_{cij} = \frac{t_{\phi ij}}{t_{3j}}; \quad (5.3)$$

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

$$\Delta \bar{t}_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\Delta t_{ij}|; \quad (5.4)$$

$$\bar{\delta}_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \delta_{ij}, \quad (5.5)$$

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

5) среднюю субъективную продолжительность 1 с, полученную в каждом j -м заданном интервале времени t_{3j}

$$\bar{t}_{cj} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_{cij}; \quad (5.6)$$

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:

$$\Delta \bar{t} = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K \Delta \bar{t}_j; \quad (5.7)$$

$$\bar{\delta} = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K \bar{\delta}_j; \quad (5.8)$$

$$\bar{t}_c = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K \bar{t}_{cj}, \quad (5.9)$$

где K – число заданных интервалов времени, $K = 4$.



Средние арифметические значения абсолютной и относительной δ ошибок оценки интервала времени считают соответственно абсолютным и относительным значением (дробью Вебера) разностного порога различения интервалов времени. По результатам расчетов строят график

$$\Delta t = f(t_3) . \quad (5.10)$$

Вывод по опытам должен содержать информацию:

- 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?

6 Практическое занятие № 6. Определение остроты зрения

Цель: практическое ознакомление с методикой определения остроты зрения.

Теоретическая часть

Зрительный анализатор – это глаза, зрительные нервы и зрительный центр, располагающийся в затылочной доле коры головного мозга (см. рисунок 6.1). Благодаря зрению мы познаем форму, величину, цвет предмета, направление и расстояние, на котором он находится.

Зрение человека определяет зрительную работоспособность, т. е. способность к работе, заключающейся в учете разнообразной информации, воспринимаемой с помощью зрения. Ее 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 зрение может оказаться ограни-



ченным 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 такими основными показателями, как 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 используют специальные таблицы с буквенными или цифровыми знаками (таблицы С. С. Головина и Д. Л. Сивцова).

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

Острота зрения зависит от положения объекта в поле зрения. Если из центра глаза условно провести конус (рисунок 6.1), то:

- отличная острота зрения будет в конусе с углом $3...4^{\circ}$;
- хорошая – $7...8^{\circ}$;
- удовлетворительная – $13...14^{\circ}$.

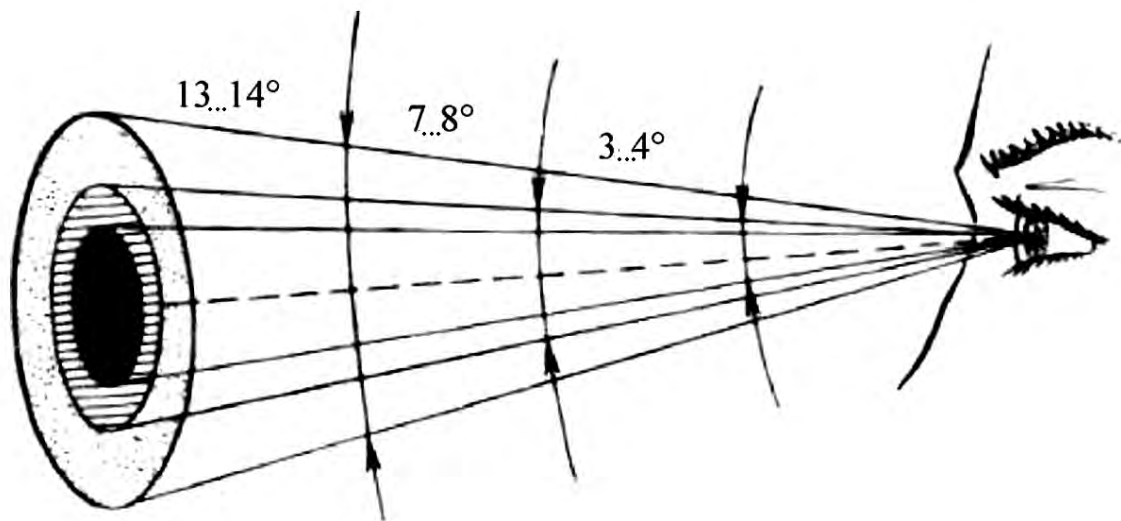


Рисунок 6.1 – Конус зрения

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

Различают остроту зрения полную и неполную. При использовании таблиц 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.

Острота зрения 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 также с их расположением относительно центральной части сетчатки (фовеа).

На рисунке 6.2 показано строение зрительного анализатора человека.

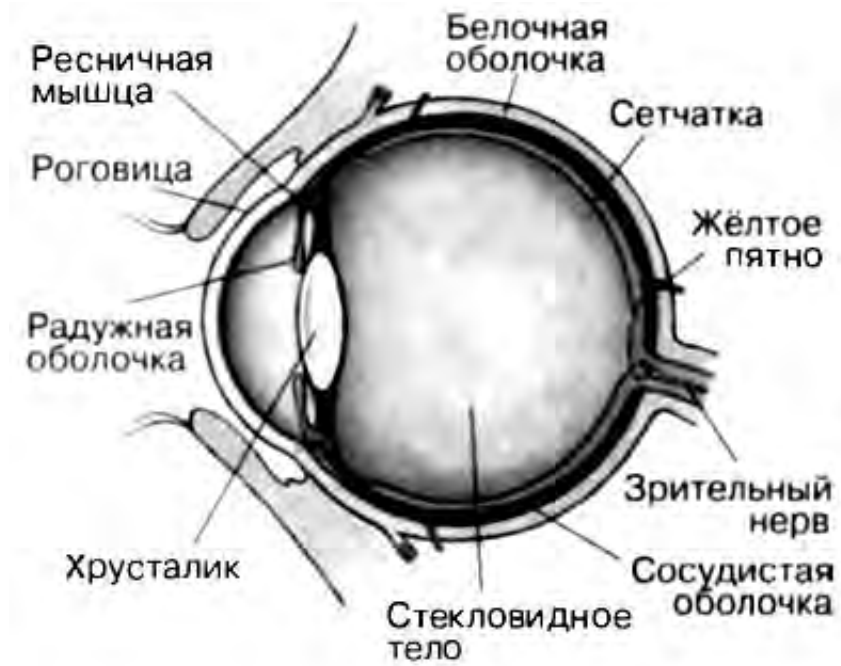


Рисунок 6.2 – Строение зрительного анализатора человека

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, т. е. 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.

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. рисунок 6.2) осуществляется двумя видами нервных клеток (рецепторов), располагающихся 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 около 7 млн.

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: красного, зеленого, синего.

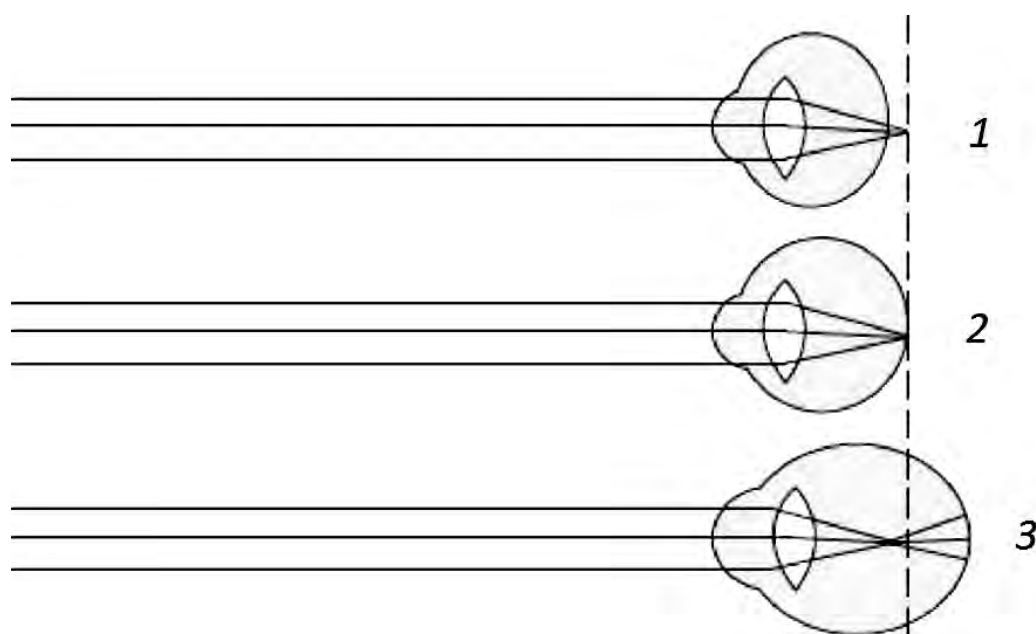
Гармоничное сочетание цветов на рабочем месте может повысить эффективность труда и обеспечить высокий уровень работоспособности.

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, т. к. фокус оказывается за сетчаткой глаза. Эти изменения условий фокусировки изображения в глазе называются рефракционными (рисунок 6.3).



1 – дальновзоркий; 2 – нормальный; 3 – близорукий

Рисунок 6.3 – Схема рефракции глаза

Бинокулярное зрение – способность одновременно чётко видеть изображение предмета обоими глазами; в этом случае человек видит одно изображение предмета, на который смотрит, т. е. это зрение двумя глазами, с подсознательным соединением в зрительном анализаторе (коре головного мозга) изображений, полученных каждым глазом, в единый образ. Создаётся 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°, по 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 и влево по 32°. Глубинное зрение связано с восприятием пространства. Так, ошибка оценки абсолютной удаленности на расстоянии до 30 м 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.

Выполнение работы

До проведения измерений необходимо подготовить протокол по форме, представленной в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – 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.



щенности, 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. Не измеряемый 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 (заносится 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

$$S = d/D, \quad (6.1)$$

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?

Список литературы

- 1 **Березкина, Л. В.** Эргономика : учебное пособие / Л. В. Березкина, В. П. Кляуззе. – Минск : Вышэйшая школа, 2013. – 431 с. : ил.
- 2 **Тайц, В. Г.** Ремонт подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин : учебное пособие для вузов / В. Г. Тайц. – Москва : Академия, 2007. – 336 с.
- 3 **Рогожкин, В. М.** Эксплуатация машин в строительстве : учебник в 3 ч. Ч. 1 : Основы эффективной эксплуатации машин / В. М. Рогожкин. – Старый Оскол : ТНТ, 2012. – 288 с.

