



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

О.Г. Феоктистова,  
И.Н. Мерзликин

**МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
БЕЗОПАСНОСТИ  
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (Ч. I)**

Учебно-методическое пособие  
по выполнению практических заданий

для студентов  
всех направлений и специальностей  
всех форм обучения

Москва  
2019

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ (МГТУ ГА)»**

---

**Кафедра безопасности полётов и жизнедеятельности  
О.Г. Феоктистова, И.Н. Мерзлякин**

**МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
БЕЗОПАСНОСТИ  
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТРУДОВОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (Ч. I)**

**Учебно-методическое пособие  
по выполнению практических заданий**

*для студентов  
всех направлений и специальностей  
всех форм обучения*

Москва  
2019

ББК 331.8

Ф-42

Рецензент:

*Наумова Т.В.* – канд. филол. наук

**Биктеева Е.Б.**

Ф-42 Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности. Физиологические основы трудовой деятельности (Ч. I): учебно-методическое пособие по выполнению практических заданий. / О.Г. Феоктистова, И.Н. Мерзлякин. – Воронеж: ООО «МИР», 2019. – 60 с.

Данное учебно-методическое пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности» по учебному плану для студентов всех направлений и специальностей всех форм обучения.

В учебно-методическом пособии представлены задания для практической работы студентов, анализируются физиологические основы трудовой деятельности, физиологические методы изучения изменений функционального состояния организма в связи с трудовым процессом, основные принципы организации и проведения психологических исследований, вопросы профессиональной заболеваемости и ее профилактики. В приложении даны необходимые для расчетов справочные материалы.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедр 23.09.2019 г.  
и методического совета 23.09.2019 г.

*В авторской редакции.*

© Московский государственный  
технический университет ГА, 2019

## Оглавление

Введение.....	4
Глава 1. Физиологические основы трудовой деятельности.....	5
1.1. Основные принципы организации и проведения физиологических исследований.....	5
1.2. Хронометраж рабочего дня.....	6
Практические работы.....	8
1.3. Эргономическая оценка рабочих мест.....	11
Глава 2. Физиологические методы изучения изменений функционального состояния организма в связи с трудовым процессом.....	14
2.1. Методы исследования сердечно-сосудистой системы.....	14
Практические работы.....	15
2.2. Методы исследования системы дыхания.....	20
Практические работы.....	22
2.3. Методы исследования нервно-мышечной системы.....	34
2.4. Методы исследования центральной нервной системы.....	35
Практические работы.....	36
2.5. Методы исследования анализаторов.....	38
Практические работы.....	38
2.6. Методы определения работоспособности человека.....	46
Практические работы.....	47
Список литературы.....	51
Приложение 1. Хронометраж рабочего дня прядильщицы прядильного цеха.....	53
Приложение 2. Номограмма для определения поверхности тела по росту и массе.....	55
Приложение 3. Значение энергетического эквивалента кислорода.....	56
Приложение 4. Номограмма для определения жизненной емкости легких (ЖЕЛ).....	56
Приложение 5. Данные Гарриса-Бенедикта для определения основного обмена за сутки у мужчин и женщин (фактор веса).....	57
Приложение 6. Данные Гарриса-Бенедикта для определения основного обмена за сутки у мужчин и женщин (фактор возраста и роста).....	58
Приложение 7. Номограмма для расчета уровня основного обмена (по Риду).....	58

## ВВЕДЕНИЕ

Организм человека, представляя собой саморегулирующуюся систему, обладает определенными возможностями адаптации, обеспечивающими при изменении среды способность поддерживать физиологические функции на свойственном им уровне. Вступающие в действие адаптационные и компенсаторные механизмы повышают при этом резистентность физиологических систем, активируя либо понижая их реактивность. Диапазон адаптационных возможностей человека достаточно широк, хотя и не беспредель. В связи с этим при воздействии на человека опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ) ответная реакция организма может характеризоваться как функциональными сдвигами в диапазоне нормальных колебаний функции (с учетом тренированности), так и предпатологическими и патологическими изменениями, развитие заболеваний.

Оценка функциональных возможностей организма в процессе трудовой деятельности и степени его адаптированности к повреждающим факторам производства рассматривается как важнейшая проблема сохранения здоровья и эффективности труда. Свойство организма человека адекватно реагировать на разнообразные производственные факторы, включая межличностное взаимодействие, физическое и (или) интеллектуальное напряжение, физические, химические и биологические воздействия и т.п., т.е. на все агенты производственной среды в своей совокупности, определяется состоянием и свойствами нервной системы.

Этой системе принадлежит определяющая роль в формировании адаптированной организма и сохранении его функциональных возможностей на высоком уровне в процессе любого вида деятельности.

Роль человеческого фактора в безопасности труда очень велика, особенно важны психофизиологические особенности участников трудового процесса. Психофизиологические основы безопасности базируются на психологии и физиологии человека. Психофизиология безопасности труда основывается на таких науках, как физиология труда, инженерная психология, эргономика и т.д.

Психология безопасности рассматривает применение психологических знаний для обеспечения безопасности труда человека и составляет важное звено в структуре мероприятий по обеспечению безопасной деятельности человека. Проблемы безопасности и травматизма на современных производствах невозможно решить только инженерными методами. Практика свидетельствует, что в основе аварийности и травматизма (от 60 до 90% случаев в зависимости от вида трудовой деятельности) часто лежат не инженерно-конструкторские ошибки, а организационно – психологические причины. Это низкий уровень профессиональной подготовки по вопросам безопасности, недостаточное воспитание, слабая подготовка специалиста, несоблюдение требований безопасности, допуск к опасным видам работ неподготовленных лиц, утомляемость людей, неудовлетворительное психическое состояние человека и т. д.

Своеобразие производственных факторов состоит в том, что они часто являются разнообразными по модальности, интенсивности и месту приложения действия, оказывают влияние в своей совокупности преимущественно в течение длительного времени, с перерывами в середине и после рабочего дня, а также в отпускной период. При этом, как правило, сразу не возникает грубых нарушений в организме, за исключением, конечно, производственных катастроф. Обычно в процессе производственной деятельности исподволь формируется ограничение функциональных возможностей организма, связанное, в первую очередь, со снижением защитноприспособительных процессов, формируемых нервной системой. В результате, развиваются промежуточные состояния между здоровьем и болезнью, протекающие без манифестирующих проявлений патологии и характеризующиеся изменением реактивности организма и его устойчивости к тем или другим нагрузкам. Лишь позднее, в случае продолжения воздействия и усугубления изменений в организме, формируются те или иные профессиональные заболевания.

## **ГЛАВА 1. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

В процессе труда на человека могут воздействовать химические, физические, биологические и психофизиологические вредные производственные факторы. Согласно «Руководству по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса Критерии и классификация условий труда» (Р 2.2.2006-05), последние называются также факторами производственного процесса (в отличие от факторов производственной среды).

Физиология труда изучает изменения функционального состояния организма человека в связи с трудовым процессом и условиями производственной среды. Процесс труда сопровождается развитием утомления, т.е. временным снижением работоспособности. Для сохранения высокой работоспособности и предупреждения утомления очень важно установить оптимальный режим труда и отдыха.

Основной целью физиологии труда является разработка рациональной организации трудовых процессов для предупреждения развития утомления и сохранения здоровья работников.

Главная задача при оценке трудового процесса – объективно определить выраженность напряжения физиологических систем организма. На напряжение систем и функций организма существенно влияют технология производства, степень автоматизации и механизации труда, вредные и опасные производственные факторы, режим труда и отдыха, организация рабочего места.

### **1.1 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Главной целью физиологических исследований является оценка факторов производственного процесса: тяжести и напряженности труда. Кроме того, они проводятся при определении функциональных сдвигов в органах и системах организма работающих в процессе труда для оценки уровня работоспособности в динамике рабочего дня, степени утомления, а также при разработке рациональных режимов труда и внутрисменного отдыха.

После ознакомления с производственным участком, цехом и получения общих сведений о технологическом процессе подбирается группа работающих для проведения физиологических исследований. Для получения достоверных данных эта группа должна быть достаточной в количественном отношении (10-12 человек). Выбранные лица должны составлять однородную группу испытуемых – быть практически здоровыми, одного пола, иметь стаж работы на данном рабочем месте не менее трех лет. Желательно не включать в группу лиц, которые проработали после отпуска меньше месяца.

Исследования проводятся не менее двух недель. Если работы осуществляются на открытом воздухе, то исследования необходимо проводить как минимум дважды в год – в теплый и холодный периоды.

Кратность исследований в течение рабочей смены должна соответствовать периодам работоспособности (вработывание, устойчивая высокая работоспособность, утомление), т.е. изучаемые физиологические функции следует определять не менее четырех раз:

- 1) в первые 10-30 мин рабочей смены;
- 2) через 2-3 ч работы;
- 3) перед обеденным перерывом;
- 4) за 20-30 минут до окончания рабочего дня.

Если же по условиям производства четырехкратные исследования проводить невозможно, то следует ограничиться первыми двумя и последним исследованиями.

Очень важным является правильный выбор методик, используемых для исследований. Если методика исследования связана с отрывом рабочего от трудового

процесса, то одновременно следует использовать не более 2-3 методик, причем время, затрачиваемое на каждую из них, не должно превышать 2-3 мин.

Таким образом, одноразовое отвлечение рабочего будет занимать 5-7 мин. Если по условиям исследования нужно применять большее число методик, то можно чередовать их по дням.

При выборе методик исследования той или иной функции организма необходимо руководствоваться определенными требованиями: методики должны быть достаточно информативными, простыми в выполнении, минимально отвлекать исследуемого от работы.

Перед проведением исследований целесообразны инструктаж или тренировка рабочих по тестам: с обязательным объяснением им цели и смысла предстоящих наблюдений.

В основном физиологические методики применяются для изучения центральной нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной (внешнее дыхание), нервно-мышечной (двигательного аппарата) систем, а также анализаторов (зрительного, слухового, кожного, обонятельного).

Методики, используемые в физиологии труда, могут быть условно разделены на две основные группы:

- 1) общие, которые можно применять при исследовании любого трудового процесса;
- 2) специфические, позволяющие выявить особенности влияния на организм определенных видов труда.

При разработке программы физиологических исследований в каждом конкретном случае выбор методик (тестов) определяется наибольшей их адекватностью сдвигам, которые ожидаются в организме рабочих при выполнении работы. Принято исследовать не менее трех функциональных систем, например центральную нервную, сердечно-сосудистую и нервно-мышечную или сердечно-сосудистую, дыхательную, функцию анализаторов.

Оценка показателей может проводиться либо по их абсолютным величинам (частота сердечных сокращений, артериальное давление, энергозатраты), либо по относительным значениям, выраженным в процентах по отношению к исходному уровню, принятому за 100 (мышечная сила, выносливость, латентные периоды слухо-зрительно-моторных реакций).

Желательно дополнить физиологические исследования социологическими: провести анкетирование среди рабочих с целью выяснения их отношения к работе, существующему режиму труда и внутрисменного отдыха, условиям труда, а также с целью выявления, лиц, предъявляющих жалобы на усталость, утомление, плохое самочувствие в период работы, и т.д.

Обязательным компонентом физиологических исследований является хронометраж трудового процесса, рабочих операций в течение смены.

После окончания исследований, полученные результаты подвергаются статистической обработке с установлением средней величины показателя ( $M$ ), ошибки средней ( $m$ ) и достоверности разницы показателей ( $t$ ).

В итоге физиологического исследования определяют тяжесть и напряженность труда, динамику работоспособности и формулируют соответствующие рекомендации по оптимизации труда, внутрисменного отдыха рабочих изучаемых профессий и т.д.

Длительность перерыва в физиологических исследованиях до и после внедрения рекомендованного режима труда и отдыха, должна быть достаточно продолжительной – не менее трех месяцев. За этот период у рабочих вырабатывается новый динамический производственный стереотип, только при закреплении которого и может быть выявлен физиологический и экономический эффект.

## 1.2 ХРОНОМЕТРАЖ РАБОЧЕГО ДНЯ

Если результаты физиологических исследований функционального состояния органов и систем могут быть дополнены, хронометражными данными, они получают

особую ценность. Метод хронометража, т.е. установление длительности выполнения отдельных рабочих операций, позволяет выявить изменения работоспособности. Так, постепенное увеличение времени, затрачиваемого на определенную операцию, может свидетельствовать о наступлении утомления.

Загруженность рабочего дня считается малой, если сумма времени, затрачиваемого на рабочие операции, подсобные работы и производственные отвлечения занимает менее 75% от общего времени рабочей смены, достаточной – 75-85%, интенсивной – 86-95%, очень интенсивной – превышает 95%.

Метод хронометражных наблюдений используют для оценки трудового процесса (режим труда, ритм работы, темп выполнения отдельных операций), выявления возможного влияния условий труда на функциональное состояние организма, решения вопросов научной организации труда (НОТ).

Перед проведением наблюдений необходимо ознакомиться с процессом труда, характером подлежащих учету рабочих операций или их элементов, особенностями условий труда. Составляется примерная схема последовательности изучаемых операций, для чего следует правильно расчленить изучаемый трудовой процесс на отдельные операции или их элементы.

Хронометраж ведут при помощи секундомера, по текущему времени, т.е. не останавливая стрелку, а лишь отмечая время окончания каждого элемента рабочего процесса, каждой операции по указанному ниже протоколу.

Карта хронометражных наблюдений № \_\_\_\_\_  
 Предприятие \_\_\_\_\_ Цех \_\_\_\_\_  
 Профессия \_\_\_\_\_  
 Краткое описание выполняемых операций \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Время наблюдения: начало \_\_\_\_\_ конц \_\_\_\_\_

**Результаты хронометражных расчетов**

Время наблюдений	Средняя продолжительность одной операции в течение каждого часа (мин, с)
1-й час	
2-й час	
3-й час	
и т.д.	

**Загруженность рабочего дня**

Рабочие операции	Подсобные работы	Простои	Отвлечения	
			производственные	личные

В минутах и секундах

-----

В процентах от общего времени смены

-----

Метод хронометража позволяет получить следующие данные:

- 1) среднюю продолжительность отдельных операций в течение рабочего дня, выявляя зависимость ее от времени смены, режима труда, ритма работы;
- 2) время, затрачиваемое на выполнение основных и подсобных (вспомогательных) операций, простои и ремонт оборудования, исправление брака, ожидание материала, личные и производственные отвлечения, что характеризует условия и организацию труда; загруженность рабочего дня.



Результаты хронометража могут быть выражены в виде таблицы или в графической форме (Приложение 1).

На основании разработки анализа полученных данных и сопоставления их с данными физиологических наблюдений могут быть предложены и обоснованы рекомендации по более рациональному построению рабочего дня, изменению ритма или темпа выполняемых операций, определению времени для коротких перерывов.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

### **Работа 1.** Самоанализ и оценка здорового образа жизни

*Содержание работы.* Самоанализ представляет собой способ оценки влияния разных причин (элементов образа жизни) на ряд следствий (признаки здоровья).

Предлагаемый тест позволяет определить структуру образа жизни и здоровья, провести их анализ с целью выявления «тонких» мест и возможной оптимизации образа жизни.

Основополагающими критериями ЗОЖ следует считать генетическую природу человека и ее соответствие конкретным условиям его жизнедеятельности. С этих позиций ЗОЖ можно определить как активную деятельность людей, направленную, в первую очередь, на сохранение и улучшение здоровья и основанную на выполнении норм, правил и требований личной и общей гигиены. Под **здоровым образом жизни** следует понимать типичные способы повседневной жизнедеятельности человека, которые укрепляют и совершенствуют резервные возможности организма, обеспечивая успешное выполнение своих биологических, социальных, профессиональных функций.

#### *Ход работы.*

1. Возьмите бланк валеологического самоанализа (табл. 1).
2. Ознакомьтесь со списком признаков здоровья.
3. Выберите 10 признаков, которые наилучшим образом характеризуют Ваше благополучие, являются наиболее верными диагностическими признаками улучшения или ухудшения состояния здоровья. Если, по Вашему мнению, список неполон, охарактеризуйте здоровье иными признаками.
4. Занесите их в боковик табл. 1.

*Таблица 1*

### Самоанализ здоровья и образа жизни

Элементы образа жизни, влияющие на здоровье

Ранг	Признаки здоровья	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Ранг												
	Сумма												
	Место												

*Признаки здоровья (благополучия/неблагополучия):*

- 1) общее самочувствие;
- 2) желание что-то сделать;
- 3) потребность в отдыхе;
- 4) качество сна;
- 5) аппетит;
- 6) тревога;
- 7) характер взаимоотношения с близкими;
- 8) успехи в работе;
- 9) умственная работоспособность;
- 10) физическая работоспособность;
- 11) способность к творчеству;
- 12) взаимоотношения со сверстниками;
- 13) удовлетворение собой;
- 14) хронические заболевания;
- 15) волнение;
- 16) состояние отдельных органов и систем;
- 17) печаль;
- 18) вдохновение;
- 19) устойчивость к раздражению;
- 20) радость;
- 21) настроение;
- 22) покой.

5. Проранжируйте эти признаки. Проставьте в таблице «Ранг» порядковый номер, в зависимости от их диагностической значимости, от того, насколько верно они характеризуют Ваше благополучие/неблагополучие: у самого важного – 1, у следующего по важности – 2 и т. д., последний окажется под номером 10. Если Вы выбрали и занесли в боковик признаки уже в порядке их значимости, то в столбце «Ранг» просто пронумеруйте строки.

6. Ознакомьтесь с перечнем элементов образа жизни.

*Элементы образа жизни:*

- 1) питание (рациональное, сбалансированное, правильное);
- 2) питание (качественные продукты, витамины, экологически чистые продукты);
- 3) питание (режим: соблюдение кратности и времени приема пищи);
- 4) сон (длительность);
- 5) сон (пробуждение, тревожность);
- 6) спорт, физзарядка;
- 7) закаливание;
- 8) переутомление умственное;
- 9) переутомление физическое;
- 10) взаимоотношения с родителями;
- 11) общественные места (транспорт, магазины, улица и т. д.);
- 12) наследственность;
- 13) отдых;
- 14) успехи;
- 15) взаимоотношения с друзьями;
- 16) взаимоотношения с коллегами;
- 17) занятия психосаморегуляцией;
- 18) секс;
- 19) курение;
- 20) употребление алкоголя;
- 21) хронические заболевания;
- 22) острые заболевания (в том числе респираторные);
- 23) климат;

- 24) погода;
- 25) лечебные мероприятия (лечение и профилактика); 260 экология;
- 27) материальная обеспеченность;
- 28) жилищные условия;
- 29) бог;
- 30) сглаз;
- 31) духовная насыщенность жизни;
- 32) сауна;
- 33) удовлетворение от работы;
- 34) удовлетворение от учебы;
- 35) хобби, любимое дело, увлечение;
- 36) внешний вид;
- 37) личная гигиена;
- 38) здоровье близких;
- 39) взаимоотношения в собственной семье (но не с родителями);
- 40) любить и быть любимым;
- 41) неудачи, мнительность, впечатлительность;
- 42) повышение интеллектуального уровня;
- 43) повышение культурного уровня;
- 44) эмоциональность;
- 45) инертность;
- 46) режим дня;
- 47) отношения с начальством;
- 48) карьера, профессиональный рост;
- 49) политика, действия властей.

7. Выберите 10 важнейших элементов, которые в наибольшей степени влияют на Ваше благополучие/неблагополучие. Выбирайте элементы по силе влияния. Обратите внимание, что питание имеет три аспекта, а сон – два. Отнеситесь к ним как к разным элементам и используйте с соответствующими уточнениями. Если чего-то важного нет, добавьте, но избегайте синонимов.

8. Занесите выбранные элементы образа жизни в шапку таблицы, повернув ее на 90 градусов по часовой стрелке.

9. Проранжируйте элементы по степени их влияния на Ваше благополучие/неблагополучие. Результаты ранжирования занесите в соответствующую строку.

10. Основной этап. Оцените влияние выбранных Вами важнейших элементов Вашего образа жизни на выбранные Вами важнейшие признаки Вашего здоровья. Элементы образа жизни – это причины, а признаки здоровья – следствия, а не наоборот. Заполняйте таблицу построчно. Используйте следующую шкалу оценки влияния:

- 0 – никак не влияет;
- 1 – влияет слабо;
- 2 – влияет умеренно;
- 3 – влияет сильно;
- 4 – влияет очень сильно.

11. Подсчитайте суммы баллов по строкам и столбцам.

12. Проставьте места, которые заняли признаки здоровья и элементы образа жизни в зависимости от набранных баллов.

Первое место – у набравшего наибольшую сумму и т. д., до десятого. Обязательно нужно расставить и использовать все места до десятого вне зависимости от того, сколько признаков или элементов было с одинаковыми суммами. Для этого надо в случае одинаковых сумм ставить места среднеарифметические. Например, два элемента занимают места 2, 3, значит у обоих место – 2,5. А следующее место будет 4. Если три элемента занимают места 6, 7, 8, значит у всех них место 7, а следующее будет 9. Если четыре признака занимают места 1, 2, 3, 4, то у всех будет место 2,5.

Проведя ранжирование признаков здоровья и элементов образа жизни, Вы, таким образом, зафиксировали свое общее впечатление об их важности. Заполнив таблицу, подсчитав суммы набранных баллов и распределив элементы и признаки согласно набранным баллам, Вы можете оценить степень соответствия Ваших первоначальных представлений более объективной их оценке.

Этот анализ четко демонстрирует необходимость серьезного исследования самого себя, если мы хотим действительно ответственного к себе отношения и повышения своего благополучия.

### **Контрольные вопросы**

1. Как режим дня влияет на здоровье?
2. Как характеризуется индивидуальное здоровье?
3. Назовите основные факторы, определяющие здоровье.
4. Что включает психическое здоровье?
5. Что такое здоровый образ жизни?
6. Что такое гиподинамия?
7. Что является признаками белой горячки при алкогольном отравлении?
8. Что такое закаливание?
9. Что является основной причиной начала курения?
10. Что может вызвать никотин?

### **1.3. ЭРГОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАБОЧИХ МЕСТ**

Эффективность трудовой деятельности человека, его работоспособность в значительной степени зависят от того, насколько полно учтены в конструкции оборудования и организации рабочих мест эргономические требования. Несоблюдение этих требований приводит к излишним рабочим усилиям и движениям, включению для поддержания позы дополнительных групп мышц и др., что способствует быстрому развитию утомления и дополнительному напряжению функций организма работающих.

Эргономическая оценка рабочих мест в производственных условиях проводится комплексно согласно методическим указаниям Минздрава России «Основные принципы и методы эргономической оценки рабочих мест для выполнения работ сидя и стоя» №8212-85.

Рабочее место рассматривается как эргономическая система, включающая человека и машину (производственное оборудование). Основной принцип эргономической оценки рабочего места – определение его соответствия антропометрическим и психофизиологическим особенностям человека.

Перед проведением изучения рабочих мест необходимо решить вопрос о рациональности выбранного в каждом конкретном случае типа рабочей позы. На производстве часто встречается ситуация, при которой тип рабочей позы для данного вида трудовой деятельности является рациональным, однако организационно-техническое оснащение рабочего места не соответствует эргономическим требованиям. В этом случае обстановка по поддержанию рабочей позы делает ее неудобной.

Ряд условий, с учетом которых осуществляется выбор рациональной рабочей позы, представлен в таблице 2.

*Таблица 2*

Условия труда	Условия, определяющие выбор типа рабочей позы		
	Тип рабочей позы		
	сидя	сидя – стоя	стоя
Величина прикладываемого усилия (руки), кгс	до 5	5-10	более 10
Быстрота и точность движений	Наиболее точные и быстрые	-	-

Тяжесть работы (СанПиН 2.2.4.548-96)	Легкая(1а – 1б)	Средней тяжести (2а–2б)	Тяжелая (3)
Величина энергозатрат	На 6-10% ниже, чем в позе стоя	-	-

Кроме указанных в таблице условий, в зависимости от которых проводится выбор типа рабочей позы, следует принимать во внимание особенности технологического процесса. Он может быть связан как с необходимостью пребывания рабочего в фиксированном положении, так и с его постоянным перемещением.

После решения вопроса о правильности используемого типа рабочей позы проводится выбор конкретных параметров для эргономической оценки рабочего места. Их набор определяется видом оборудования, особенностями рабочего места, характером нагрузки на человека (физической, нервной, информационной и др.).

Непосредственная эргономическая оценка рабочих мест включает оценку следующих элементов:

- 1) пространственная организация рабочего места;
- 2) временная структура трудовой деятельности;
- 3) функциональное состояние систем организма.

Перед проведением оценки пространственной организации рабочего места необходимо составить перечень основного и вспомогательного оборудования. Основное производственное оборудование – то оборудование, которое требуется для осуществления всех этапов технологического процесса (станки, пульта и т.д.); вспомогательное – предназначено для обеспечения условий работы основного оборудования (техоснастка) и процесса труда (рабочая мебель, средства транспортировки, ремонта и т.д.). Кроме того, следует составить перечень всех органов управления (название, условное обозначение – буква алфавита); разделить органы управления на группы по типу управления (ножной и ручной) и частоте их использования (очень часто – две и более операции в 1 мин, часто – менее двух операции в 1 мин; по ГОСТу 12.2.032-78). При проведении анализа пространственной организации рабочего места следует определить достаточность площади для размещения основного и вспомогательного оборудования, рабочей мебели, деталей и т.д., а также степень возможности свободного передвижения рабочего или различных звеньев его опорно-двигательного аппарата по оптимальным траекториям, с наибольшей экономией усилий и движений.

Для дальнейшего проведения пространственного анализа (компоновки) рабочего места целесообразно начертить его эскиз в трех проекциях: сверху, спереди и в профиль. На эскизах схематически изображают все элементы рабочего места. Стрелками обозначают те параметры рабочего места, которые подлежат измерению и оценке.

Измерения и расчеты параметров рабочего места проводят в основных ортогональных плоскостях: горизонтальной, фронтальной и сагитальной (продольной).

Для определения усилия, требующегося для перемещения органа управления, применяют пружинные динамометры и тензоизмерительные устройства. С помощью пружинных динамометров определяют сопротивление рычагов, штурвалов и пр. С этой же целью можно использовать и тензометрические устройства. Тензодатчики устанавливают в рукоятки, подсоединенные к инструменту, органам управления и т.д., или укрепляют с помощью перчатки на ладонной поверхности.

Значения измеренных параметров рабочего места с учетом важности и частоты их использования сравнивают со стандартизованными: ГОСТ 12.2.032–78 «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования». ГОСТ 12.1.033–78 «Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования». ГОСТ 12.2.049–80 «Оборудование производственное. Общие эргономические требования» и др.

Конструкция и размеры производственного оборудования и рабочего места должны обеспечивать оптимальное положение работающего. Для оценки степени оптимальности рабочей позы можно использовать фотогониометрический метод исследования.

Для характеристики и оценки той или иной рабочей позы нужно иметь

ФОТОСНИМОК рабочего в этой позе в профиль. На кальке, закрепленной скрепками на фотоснимке, обозначают следующие точки (рис. 1): наружное слуховое отверстие (А); большой бугор плечевой кости (Б); наружный мыщелок этой же кости (В); шиловидный отросток локтевой кости (Г); пястно-фаланговое сочленение III пальца (Д); большой вертел бедренной кости (Е); наружный надмыщелок этой же кости (Ж); лодыжку малоберцовой кости (З); область сустава II или III пальца стопы (И); пяточный бугор (К). Соединяя эти точки попарно в определенном порядке, получают проекции рабочих звеньев тела: шеи (А-Б); плеча (Б-В); предплечья (В-Г); кисти (Г-Д); туловища (Б-Е); бедра (Е-Ж); голени (Ж-З); стопы (И-К). Такое схематическое изображение рабочей позы в виде отдельных звеньев называют эпюром позы.

Для нанесения углов отклонения шеи, плеча и туловища от вертикали через точку Б (плечевой сустав) проводят линию, параллельную какой-либо вертикальной линии на фотоснимке (оконная рама, дверь, край станка и т.д.; можно использовать отвес либо вертикальную стойку, предварительно помещаемые при фотосъемке в кадр). Измерение углов производят транспортиром.

Таблица 3

Гониометрические показатели		Оптимальные пределы	
Углы		сидя	стоя
№	Наименование		
1	Лучезапястный сустав	170-190	170-190
2	Локтевой сустав	80-110	80-100
3	Тазобедренный сустав	85-100	165-180
4	Коленный сустав	95-120	180
5	Голеностопный сустав	85-95	90-100
6	Отклонение шеи от вертикали	10-25	10-25
7	Отклонение плеча от вертикали	15-35	0-15
8	Отклонение туловища от вертикали	15-25	0-15

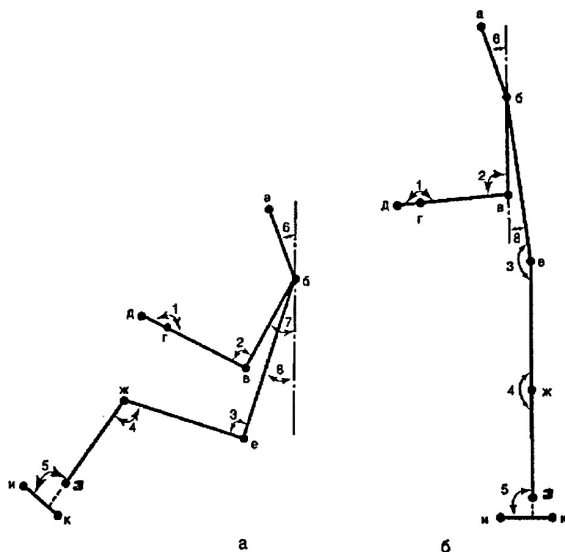


Рис. 1. Эпюры рабочих поз сидя (а) и стоя (б)

Построив эпюры и сравнив полученные угловые величины с оптимальными (табл. 3), делают заключение о рациональности рабочей позы. При этом отмечают, какие элементы рабочего места сделаны неудобно и что конкретно можно порекомендовать по оптимизации рабочей позы: изменить высоту рабочей поверхности, сиденья, пространства для ног и т.д.

Оценку временной структуры трудовой деятельности осуществляют по данным хронометражных наблюдений. Для этого отбирают не менее 10 типовых рабочих мест.

На каждом рабочем месте следует проводить наблюдения не менее 3 раз. При этом учитывают изменение работоспособности по длительности выполнения отдельных операций, времени микропауз, среднюю производительность труда и пр., а также массу и расстояние перемещаемого груза. На основании анализа данных, полученных во время хронометража, можно судить об изменении двигательной функции человека, развитии утомления.

Изучение временной структуры трудовой деятельности дополняется оценкой функционального состояния систем организма.

На основании анализа пространственной организации рабочего места и изучения временной структуры трудовой деятельности делают заключение о степени соответствия рабочего места эргономическим требованиям.

При оценке уровня функционального напряжения организма исходят из того, что используемая рабочая поза, а также условия, обеспечивающие ее реализацию при данном трудовом процессе, не должны создавать дополнительных рабочих нагрузок. Они должны быть оптимальными, т.е. не способствовать появлению у лиц, допущенных к данному виду труда по состоянию здоровья, значительного утомления.

Если рабочие места не соответствуют эргономическим требованиям и не обеспечивают оптимальный (или допустимый) уровень рабочей нагрузки, то врачом по гигиене труда совместно со специалистами предприятия разрабатываются мероприятия по рационализации рабочего места. Через 3-6 мес. после внедрения мероприятий проводят повторные исследования по эргономической оценке рабочего места. Сравнение результатов повторных исследований с данными, полученными до внедрения мероприятий, позволяет сделать вывод об эффективности рекомендаций или необходимости, их корректировки.

## **ГЛАВА 2. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА В СВЯЗИ С ТРУДОВЫМ ПРОЦЕССОМ**

### **2.1. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ**

Исследование изменений функционального состояния сердечно-сосудистой системы позволяет судить об адаптации организма к выполненной нагрузке или определенному воздействию на организм.

Среди наиболее информативных и доступных в прикладной физиологии индикаторов неблагоприятного воздействия физической и нервно-психической нагрузок, физических, химических и других факторов среды широкое распространение получили количественные и качественные показатели сердечно-сосудистой системы.

В зависимости от задачи исследования схематически можно выделить минимальный (обязательный) и углубленный варианты комплексного исследования системы кровообращения и ее регуляции. В обязательный комплекс целесообразно включить:

- пульсометрию;
- артериальную тонометрию;
- электрокардиографию (ЭКГ).

Пульсометрия – наиболее распространенный и самый простой метод оценки сердечно-сосудистой деятельности человека. Обычно ее выполняют пальпаторно, хотя

сейчас широко используются дистанционные и другие методы исследования пульса, совмещенные например, с электрокардиографией.

ЭКГ широко используется для характеристики биоэлектрической активности сердца при оценке воздействия внешних и внутренних факторов на регуляцию сердечной деятельности. Методика ЭКГ основана на регистрации разности потенциалов возбужденных и находящихся в покое участков сердечной мышцы.

Артериальная тонометрия заключается в измерении систолического и диастолического давления. Наибольшее распространение получили способы звуковой (по Короткову), осциллографической, значительно меньшее – тахоосцилографической (с использованием механокардиографа).

Для измерения артериального давления (АД) наряду с широко используемыми ртутными тонометрами и мембранными сфигмоманометрами внедрены в практику электронные измерители АД со звуковой, световой и цифровой индикацией.

По данным систолического и диастолического АД могут быть рассчитаны гемодинамические показатели, по изменению которых можно составить косвенное представление о работе сердца, степени тяжести и напряженности труда.

Для выявления скрытых нарушений функционирования и резервных возможностей сердечно-сосудистой системы и системы внешнего дыхания используются дозированные нагрузки (тесты) с анализом результатов пульсометрии, артериальной тонометрии и ЭКГ в ответ на нагрузку, а также восстановительных реакций.

В физиолого-гигиенических исследованиях наиболее распространены дозированные функциональные пробы:

- 1) физические (например, 20 приседаний за 30 с; двухминутный бег на месте в темпе 180 шагов/мин; трехминутный бег на месте; велоэргометрические нагрузки; степ-тест.);
- 2) нервно-психические (умственно-эмоциональные);
- 3) респираторная (пробы с вдыханием смесей с разным содержанием кислорода или углекислоты; задержка дыхания);
- 4) фармакологические (с введением разных веществ).

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

### Работа 2. Пульсометрия

**Содержание работы.** Частота сердечных сокращений (ЧСС) – лабильный и информативный показатель функционального состояния сердечно-сосудистой системы – может быть подсчитан пальпаторно, по ЭКГ или визуально по шкале пульсастометра.

**Ход работы.** Пропальпировать и подсчитать пульс на крупных артериях с занесением данных в таблицу. Для определения пульса необходимо:

- на лучевой артерии – захватить кисть в области лучезапястного сустава так, чтобы указательный, средний и безымянный пальцы располагались с ладонной стороны, а большой – с тыльной стороны кисти;
- на височной артерии – приложить пальцы в области височной кости;
- на сонной артерии – на середине расстояния между углом нижней челюсти и грудноключичного сочленения указательный и средний пальцы кладутся на адамово яблоко (кадык) и продвигаются вбок на боковую поверхность шеи;
- на бедренной артерии – пульс прощупывается в бедренной складке.

Прощупывать пульс следует пальцами, положенными ладонями, а не кончиками пальцев.

### Контрольные вопросы

1. Дайте определение тахикардии и брадикардии.
2. Будет ли разным характер пульса при повышенном АД и при кровотечении?
3. В чем практическое значение пульсометрии для обеспечения БЖД?



### **Работа 3. Измерение артериального давления способом Короткова**

**Содержание работы.** Величина АД является одной из важнейших констант организма. Измерять АД можно не только прямым, но и косвенным методом. Принято измерять две величины: наибольшее давление, или систолическое, которое возникает при поступлении крови из сердца в аорту, и минимальное, или диастолическое давление, т. е. ту величину, до которой падает давление в артериях во время диастолы сердца. У здорового человека максимальное АД 100 – 130 мм рт. ст., минимальное 60 – 80 мм рт. ст. Разница между ними составляет пульсовое давление, которое у здоровых людей равно примерно 30 – 50 мм рт. ст.

Прибор для измерения давления называется сфигмоманометром. Способ основан на выслушивании звуков, слышимых ниже места сдавливания артерии, возникающих, когда давление в манжетке ниже систолического, но выше диастолического. При этом во время систолы высокое давление крови внутри артерии преодолевает давление в манжетке, артерия открывается и пропускает кровь. Когда во время диастолы давление в сосуде падает, давление в манжетке становится выше артериального, сжимает артерию и ток крови прекращается. В период систолы кровь, преодолевая давление манжетки, с большой скоростью продвигается вдоль ранее сдавленного участка и, ударяя о стенки артерии ниже манжетки, вызывает появление тонов.

**Правила** измерения артериального давления («Национальные рекомендации по профилактике, диагностике и лечению артериальной гипертензии», разработаны экспертами Всероссийского научного общества кардиологов в 2001 году и утверждены на Российском национальном конгрессе кардиологов 11 октября 2001 г.).

#### 1. Положение больного:

- сидя в удобной позе, рука на столе;
- манжета накладывается на плечо на уровне сердца, нижний край ее на 2 см выше локтевого сгиба.

#### 2. Обстоятельства:

- исключается употребление кофе и крепкого чая в течение 1 часа перед исследованием;
- не курить 30 минут;
- исключается применение симпатомиметикой, включая назальные и глазные капли;
- измерение проводится в покое после 5-минутного отдыха. В случае, если процедуре измерения АД предшествовала значительная физическая или эмоциональная нагрузка, период отдыха следует продлить до 15 – 30 минут.

#### 3. Оснащение:

- манжета. Желательно выбрать соответствующий размер манжеты (резиновая часть должна быть не менее 2/3 длины предплечья и не менее 3/4 окружности руки);
- столбик ртутный или стрелка тонометра перед началом измерения должны находиться на нуле.

#### 4. Кратность измерения:

- для оценки уровня АД на каждой руке следует выполнить не менее трех измерений с интервалом не менее минуты, при разнице 8 и более мм. рт. ст. производится 2 дополнительных измерения. За конечное (регистрируемое) значение принимается среднее из двух последних измерений;
- для диагностики заболевания должно быть выполнено не менее 2-х измерений с разницей не менее недели.

#### 5. Собственно измерение:

- быстро накачать воздух в манжету до уровня давления, на 20 мм. рт. ст. выше систолического (до исчезновения пульса);
- АД измеряется с точностью до 2-х мм.рт.ст.;
- снижать давление в манжете на 2-3 мм. рт. ст. в секунду;
- уровень давления, при котором появляется 1 тон, соответствует систолическому

АД (1-я фаза тонов Короткова);

- уровень давления, при котором происходит исчезновение тонов (5-я фаза тонов Короткова) принимают за диастолическое давление. У детей и при некоторых патологических состояниях у взрослых выделить 5-ю фазу невозможно, тогда следует попытаться определить 4-ю фазу, которая характеризуется значительным ослаблением тонов;

- если тоны очень слабы, то следует поднять руку и выполнить несколько сжимающих движений кистью, затем измерение повторить. Не следует сильно сдавливать артерию мембраной фонендоскопа;

- при первичном осмотре пациента следует измерить давление на обеих руках;

- в дальнейшем измерение производится на той руке, где АД выше;

- у больных старше 65 лет, при сахарном диабете, у получающих антигипертензивную терапию АД также измеряется стоя через 2 минуты;

- у больных моложе 30 лет АД измеряется и на ногах (в подколенной ямке, используя широкую манжету, как и у лиц с ожирением).

#### ***Ход работы.***

Студенты образуют пары: испытуемый и экспериментатор. Испытуемый садится боком к столу. Руку кладет на стол. Экспериментатор накладывает манжетку на обнаженное плечо испытуемого и закрепляет ее так, чтобы под ней свободно проходили два пальца; винтовой клапан на груше плотно закрывает, чтобы предотвратить утечку воздуха из системы; находит в локтевом сгибе руки испытуемого пульсирующую лучевую артерию и устанавливает на ней (не надавливая сильно) фонендоскоп; создает давление в манжетке, превышающее максимальное, а затем, слегка открыв винтовой клапан, выпускает воздух, что приводит к постепенному снижению давления в манжетке. При определенном давлении раздаются первые слабые тоны. Давление в манжетке в этот момент регистрируется как систолическое артериальное (СД). При дальнейшем снижении давления в манжетке тоны становятся громче, и, наконец, резко заглушаются или исчезают. Давление воздуха в манжетке в этот момент регистрируется как диастолическое (ДД).

Время, в течение которого измеряют давление по Короткову, не должно превышать 1 мин.

Пульсовое давление ПД = СД – ДД.

Для определения должной индивидуальной нормы АД могут использоваться зависимости:

$$\begin{array}{l} \text{для мужчин: } \text{СД} = 109 + 0,5X + 0,1Y, \\ \quad \quad \quad \quad \quad \text{ДД} = 74 + 0,1X + 0,15Y; \\ \text{для женщин: } \text{СД} = 102 + 0,7X + 0,15Y, \\ \quad \quad \quad \quad \quad \text{ДД} = 78 + 0,17X + 0,15Y, \end{array}$$

где  $X$  – возраст, лет;

$Y$  – масса тела, кг.

Для определения среднего кровяного давления (СКД), выражающего энергию непрерывного движения крови и представляющего довольно постоянную величину для данного организма, можно использовать:

формулу Хикэма:

$$\text{СКД} = \text{ДД} + (\text{СД} - \text{ДД})/3 = \text{ДД} + \text{ПД}/3,$$

формулу Вецлера и Богера:

$$\text{СКД} = 0,42\text{СД} + 0,58\text{ДД}.$$

Величину ударного объема сердца определяют по формуле Старра:

$$\text{УО} = 101 + 0,5\text{СД} - 1,09\text{ДД} - 0,6\text{В},$$

где УО – ударный объем сердца, мл;

В – возраст, годы.

Для оценки функционального состояния сердечнососудистой системы рассчитывают минутный объем сердца (МО) и сравнивают его с должным минутным объемом (ДМО):

$$МО = УО \cdot ЧСС \quad ДМО = 2,2 \text{ ПТ},$$

где 2,2 – сердечный индекс, л.;

ПТ – поверхность тела, рассчитываемая по номограмме (Приложение 2) или по формуле:

$$ПТ = K \sqrt{МН},$$

где К – коэффициент (для женщин К= 0,162, для мужчин К= 0,167);

М – масса тела, кг;

Н – рост, см.

### **Контрольные вопросы**

1. Измерив свое АД, сравните его с нормальным;
2. Рассчитайте все показатели, характеризующие систему кровообращения.
3. О чем позволяют судить гемодинамические показатели?

### **Работа 4. Функциональные пробы на реактивность сердечно-сосудистой системы**

#### **Содержание работы.**

Синхронная регистрация разных внешних проявлений деятельности сердечно-сосудистой системы при проведении разных функциональных проб расширяет диагностические возможности в анализе работы этой важной системы организма. Можно выделить три основных типа реакции гемодинамики на функциональные нагрузки:

- адекватный – с умеренным учащением пульса не более чем на 50 %, увеличением СД до 30 % при незначительных колебаниях ДД и восстановлением за 3 – 5 мин;
- неадекватный – с чрезмерным увеличением показателей пульса и АД и задержкой восстановления более чем на 5 мин;
- парадоксальный – не соответствующий энергетическим потребностям, с колебаниями показателей менее 10 % около исходного уровня.

Таблица 4

Фиксируемые значения показателей

Показатели	В покое (сидя)	После работы, спустя								
		0 с	10с	50с	1	2	3 мин	4	...	Н мин
ЧСС										
АД										

#### **Ход работы.**

В опыте участвуют четверо: испытуемый, измеряющий АД, подсчитывающий пульс и записывающий данные измерений в таблице (табл. 4). Усаживают испытуемого. Один из участников опыта измеряет у него СД и ДД, второй заполняет таблицу отчета, третий подсчитывает пульсовые удары и тоже протоколирует их. Определение АД и пульса идет обязательно одновременно. Измерения проводят несколько раз, пока не будут получены по два одинаковых (близких) показателя АД и пульса. Разъединив манжетку и тонометр прибора (манжетку не снимать в течение всего опыта), предлагают испытуемому встать. Быстро соединяют манжетку с манометром и измеряют давление несколько раз подряд. Одновременно за каждые 15 с. сообщаются данные частоты пульса. Измерения проводят

до тех пор, пока показатели не вернуться к исходным величинам (до полного восстановления). Аналогичное наблюдение надо провести после физической нагрузки (20 приседаний).

Для оценки тренированности сердечно-сосудистой системы к выполнению физической нагрузки, оценки ее резервных возможностей могут использоваться следующие показатели:

коэффициент выносливости (КВ), рассчитываемый по формулам Руфье:

$$КВ = \frac{(ЧСС_{п} + ЧСС_1 + ЧСС_2) - 200}{10},$$

либо Руфье – Диксона:

$$КВ = \frac{(ЧСС_1 - 70) + (ЧСС_2 - ЧСС_{п})}{10},$$

где ЧСС<sub>п</sub> – исходный пульс покоя;

ЧСС<sub>1</sub> – пульс за первые 10 с. первой минуты после нагрузки;

ЧСС<sub>2</sub> – пульс за последние 10 с. первой минуты после нагрузки.

Оценивают КВ по 4-балльной шкале.

Формула.....	Руфье	Руфье–Диксон
Отлично .....	0,1 – 5	0 – 2,5
Хорошо .....	5,1 – 10	3 – 6
Удовлетворительно .....	10,1 – 15	6 – 8
Неудовлетворительно .....	15,1 – 20	>8

показатель качества реакции:

$$ПКР = \frac{ПД_2 - ПД_1}{ЧСС_2 - ЧСС_1},$$

где ПД<sub>1</sub>, ЧСС<sub>1</sub> и ПД<sub>2</sub>, ЧСС<sub>2</sub> – пульсовое давление и частота сердечных сокращений соответственно до и после нагрузки.

У здорового человека ПКР < 1. Увеличение ПКР свидетельствует о неблагоприятной реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку.

При снижении физиологических резервов организма под влиянием длительной и тяжелой физической работы, кроме изменения числовых характеристик показателей функциональных проб, может затягиваться период восстановления физиологических функций. Одновременно может снижаться работоспособность человека по прямым показателям эффективности работы.

### ***Контрольные вопросы***

1. Постройте графики восстановления ЧСС по полученным данным.
2. Оцените реактивность сердечно-сосудистой системы, рассчитав гемодинамические показатели.
3. Для чего на практике нужны полученные данные?

**Работа 5.** Адаптация человека к условиям окружающей среды

### ***Содержание работы.***

*Адаптационный потенциал организма человека* – это показатель приспособления,

устойчивости человека к условиям жизни, постоянно меняющимся под воздействием климатоэкологических, социально-экономических и других факторов среды обитания.

Исходя из положения о том, что переход от здоровья к болезни осуществляется через ряд последовательных стадий процесса адаптации и возникновение заболевания является следствием нарушения адаптационных механизмов, была предложена методика прогностической оценки состояния здоровья человека. При этом возможны 4 варианта адаптации.

1. *Удовлетворительная адаптация* – лица этой группы ведут обычный образ жизни и характеризуются малой вероятностью заболеваний.

2. *Напряжение механизмов адаптации* – вероятность заболеваний возрастает, механизмы адаптации напряжены, требуется применение соответствующих оздоровительных мер профилактики.

3. *Неудовлетворительная адаптация* – люди с высокой вероятностью возникновения заболеваний, если не будут приняты меры профилактики.

4. *Срыв адаптации* – люди с нераспознанными, скрытыми формами заболеваний, явлениями «предболезни», хроническими или патологическими отклонениями, требующими более детального врачебного обследования.

#### **Ход работы.**

На практике Р. М. Баевским предложена *формула определения адаптационного потенциала организма человека*:

$$АП = 0,011ЧСС + 0,014СД + 0,008ДД + 0,014В + 0,009М - 0,009Р - 0,27,$$

где АП – адаптационный потенциал;

ЧСС – частота сердечных сокращений, уд./мин;

СД – систолическое давление, мм рт. ст.;

ДД – диастолическое давление, мм рт. ст.;

В – возраст, годы;

М – масса, кг;

Р – рост, см.

Результаты оценки:

АП < 2 – хороший уровень адаптации;

АП не > 2,1 – удовлетворительная адаптация;

АП от 2,1 до 3,0 – напряжение адаптации;

АП от 3,1 до 4,0 – неудовлетворительная адаптация;

АП > 4,0 – срыв адаптации.

Рассчитать величину собственного адаптационного потенциала организма, дать оценку, сделать вывод и составить индивидуальные рекомендации для улучшения резервных возможностей организма.

#### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определения понятиям: «здоровье», «болезнь», «заболевание», «среда обитания», «адаптационный потенциал организма человека».

2. Адаптация – благо или вред?

3. Назовите 4 варианта адаптации.

4. Назовите формулу определения адаптационного потенциала организма человека.

5. Какую роль играет физическая активность в повышении выносливости организма?

## **2.2 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ**

Функциональное состояние дыхательного аппарата может характеризоваться как качественными (ритм), так и количественными (частота, глубина дыхания, минутный объем дыхания, жизненная емкость легких) показателями.

Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) определяется, в частности, спирометром (сухим или водным). Более точные данные получают при графической регистрации ЖЕЛ спирографами.

Жизненная емкость легких не является показателем функциональной способности аппарата внешнего дыхания. Величина ЖЕЛ человека зависит в основном от его пола, возраста и роста. Существует и возможность определения ЖЕЛ работников при сравнительной оценке рабочих поз. Так, если ЖЕЛ в свободном вертикальном положении принять за 100 %, то при наклоне вперед она будет составлять 88,5 %, а при откидывании назад – 75 %.

На величину ЖЕЛ влияет тяжесть физической работы: незначительная увеличивает ЖЕЛ, большая снижает ее (из-за активных выдохов, уменьшающих объем грудной клетки). Определение ЖЕЛ может использоваться также для оценки уровня физической работоспособности человека.

Выражают ЖЕЛ как в абсолютных единицах, так и в процентах к нормативам, разработанным с учетом пола, возраста и роста человека, это «должная ЖЕЛ» (ДЖЕЛ). Считается, что фактическая ЖЕЛ соответствует должной, если отклоняется от нее не более чем на  $\pm 15\%$ .

Минутный объем дыхания (МОД) или легочная вентиляция в стационарных условиях определяется по измерениям газовым счетчиком или газовыми часами (влажными или сухими) выдыхаемого воздуха за фиксируемое время. При невозможности расположения газометра рядом с испытуемым используют специальные мешки Дугласа из порезиненной ткани, которые фиксируют на спине работника.

Величина МОД в покое у мужчин 5 – 7 л, у женщин на 20 – 25 % меньше. При выполнении физической работы (за исключением локальной) с преобладанием динамического компонента практически прямая зависимость между интенсивностью нагрузки и МОД позволяет в ряде случаев классифицировать тяжесть труда по величине МОД. При легкой работе  $\text{МОД} < 12$  л/мин, средней тяжести – до 20 л/мин, тяжелой – до 36 л/мин, очень тяжелой – более 36 л/мин.

Частота дыхания (количество дыхательных движений за 1 мин) в стационарных условиях определяется с использованием спирографа или пневмографа, а также визуальным наблюдением за дыхательными движениями грудной клетки. Если в производственных условиях это не осуществимо, применяют телеметрическую аппаратуру. Однако при физической работе с участием мышц корпуса применение данной методики также ограничено.

Газообмен – это поглощение организмом кислорода из выдыхаемого воздуха и выделение углекислого газа с выдыхаемым. Измерение газообмена часто бывает необходимо для измерения величины энергозатрат при выполнении работ разных видов. Энергозатраты могут служить мерой тяжести труда (только для физических работ с преобладанием динамического компонента), быть информативным показателем для оценки рациональности трудового процесса (например, энергозатрат до и после внедрения оздоровительных мероприятий). По энергетическому признаку работа может быть охарактеризована как «легкая» при энергозатрате менее 2,5 ккал/мин, «средней тяжести» – от 2,5 до 5 ккал/мин, «тяжелая» – от 5 до 7,7 ккал/мин, «очень тяжелая» – более 7,5 ккал/мин.

Рост энергозатрат при неизменяющейся работе служит достаточно важным признаком развития утомления. Величины энергозатрат следует использовать при оценке физических нагрузок, микроклимата, нормирования и организации труда.

Существует несколько методов определения величины энергозатрат человеком. Наиболее широко распространен метод непрямой калориметрии с обязательным измерением газообмена. Для определения количеств углекислого газа и кислорода используют газоанализаторы.

Измерив количество потребленного кислорода и выделенного углекислого газа, рассчитывают дыхательный коэффициент  $\text{ДК} = \text{CO}_2/\text{O}_2$ . По его величине определяют калорический эквивалент кислорода, умножив который на количество потребленного кислорода, получают величину энергозатрат.

Пример. Расчет данных газового анализа. Во время работы выделено углекислого

газа 3,85%, поглощено кислорода 16,9%. Легочная вентиляция оказалась равной 19,4 л/мин. Состав вдыхаемого воздуха следующий: углекислоты 0,03 %, кислорода 20,93 %, азота 79,04%. Количество азота в выдохнутом воздухе составит:

$$100 - (3,85 + 16,9) = 79,25 \%$$

В атмосферном воздухе на каждые 79,04 % азота приходится 20,93 % кислорода. В нашем опыте выдохнуто 79,25 %. Соответствующее этому количеству кислорода, %, может быть вычислено из пропорции 79,04: 20,93 = 79,25: x, откуда x = 20,98. Итак, 79,25 % азота соответствуют 20,98 % кислорода. Определим количество кислорода, поглощенного организмом, %:

$$20,98 - 16,9 = 4,08.$$

Количество выделенной углекислоты, %:

$$3,85 - 0,03 = 3,82.$$

Зная легочную вентиляцию и процентное содержание углекислоты и кислорода в выдохнутом воздухе, можно определить количество поглощенного кислорода и выделенной углекислоты в абсолютных величинах. Если легочная вентиляция во время работы была 19,4 л/мин, то

абсолютное количество кислорода, см<sup>3</sup>/мин,

$$O_2 = 4,08 \cdot 19,4 \cdot 1000/100 = 791,$$

абсолютное количество углекислоты, см<sup>3</sup>/мин

$$CO_2 = 3,82 \cdot 19,4 \cdot 1000/100 = 741,$$

$$ДК = 741/791 = 0,94.$$

По величине ДК из Приложения 2 определяем энергетический эквивалент кислорода (ЭЭК). Калорическая стоимость кислорода при ДК = 0,94 составляет 4,97 ккал. Отсюда калорическая стоимость 791 см<sup>3</sup> кислорода составит

$$4,97 \cdot 791/1000 = 3,9 \text{ ккал.}$$

Полученная величина энергозатрат свидетельствует, что выполнявшаяся работа может быть отнесена к категории работ средней тяжести.

Энергозатраты, ккал/мин, можно ориентировочно рассчитать по величине легочной вентиляции (МОД):

$$\mathcal{E} = 0,2 \text{МОД},$$

где  $\mathcal{E}$  – энергозатраты, ккал/мин; МОД – минутный объем дыхания, л/мин.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

### Работа 6. Исследование функций внешнего дыхания

**Содержание работы.** Функциональное состояние системы внешнего дыхания оценивают в целях определения участия ее в энергетическом, тепловом, водном обменах организма, т.е. в физическом и химическом компонентах терморегуляции для поддержания, главным образом, газового и теплового гомеостаза, используя качественные (ритм) и количественные (частота, глубина, МОД и др.) показатели.

1. Различают четыре первичных легочных объема:

- дыхательный объем (ДО) газа, вдыхаемого или выдыхаемого при каждом цикле в спокойном состоянии;

- резервный объем вдоха (РО<sub>вд</sub>) – максимальный объем газа, который можно дополнительно вдохнуть после обычного вдоха;

- резервный объем выдоха (РО<sub>выд</sub>) – максимальный объем газа, который можно дополнительно выдохнуть после обычного выдоха;

- остаточный объем (ОО) – объем газа, оставшегося в легких после максимального выдоха.

2. Различают также четыре легочных емкости, каждая из которых включает по два (или более) первичных объема:

- общая емкость легких (ОЕЛ) – объем газа в легких в конце максимального вдоха (в нормальных условиях состоит из РО<sub>вд</sub> (50 %) + ДО (И %) + РО<sub>выд</sub> (15 %) + ОО (24 %));

- жизненная емкость легких (ЖЕЛ) – наибольший объем газа, который можно выдохнуть после максимального вдоха, определяемый суммой: ДО + РО<sub>вд</sub> + РО<sub>выд</sub>;

- емкость вдоха (ЕВ) – максимальный объем газа, который можно вдохнуть после спокойного выдоха: ДО + РО<sub>вд</sub>;

- функциональная остаточная емкость (ФОЕ) газа, остающегося в легких после спокойного выдоха: РО<sub>выд</sub> + ОО.

В норме ЕВ ≈ 75 % ЖЕЛ, а РО<sub>выд</sub> ≈ 25 % ЖЕЛ. Следует учитывать, что РО<sub>выд</sub> – очень переменная величина, значительно меняющаяся даже у одного и того же лица.

Один из основных показателей вентиляции легких МОД определяется по формуле

$$\text{МОД} = \text{ДО} \cdot \text{ЧДД},$$

где ЧДД – частота дыхательных движений.

Коэффициент легочной вентиляции (КЛВ) рассчитывают по формуле:

$$\text{КЛВ} = \text{ДО} / (\text{РО}_{\text{вд}} + \text{ОО}).$$

Резерв дыхания (РД) – показатель, характеризующий возможность человека увеличить легочную вентиляцию, т. е. способность увеличивать интенсивность дыхания от спокойного до максимального:

$$\text{РД} = \text{ВЛ}_{\text{max}} - \text{МОД},$$

где ВЛ<sub>max</sub> – максимальная вентиляция, л.

При проведении измерений следует учитывать, что минимальные результаты у здоровых людей обычно получаются в положении лежа, а максимальные – стоя.

Для оценки адекватности полученных данных их обычно сравнивают с должными величинами. Для их определения предложен ряд таблиц, номограмм (Приложения 3,4) и эмпирических уравнений. Приведем несколько формул для вычисления должных величин некоторых показателей внешнего дыхания.

Должная жизненная емкость легких (ДЖЕЛ), мл:

для женщин

$$\text{ДЖЕЛ} = 0,049P - 0,019B - 3,76;$$

для мужчин

$$\text{ДЖЕЛ} = 0,052P - 0,028B - 3,2,$$

где P – рост, см; B – возраст, годы.

При возрасте от 15 до 22 лет величину ДЖЕЛ следует снизить на 200 мл.

Должная минутная вентиляция легких (ДМВЛ), мл:



для женщин  
 ДМВЛ = 26 ДЖЕЛ;  
 для мужчин  
 ДМВЛ = 25 ДЖЕЛ.  
 Должная общая емкость легких (ДОЕЛ), мл:  
 для лиц 15 – 34 лет  
 ДОЕЛ = ДЖЕЛ/0,8;  
 для лиц 35 – 49 лет  
 ДОЕЛ = ДЖЕЛ/0,75;  
 для лиц старше 50 лет  
 ДОЕЛ = ДЖЕЛ/0,65.

Должный минутный объем дыхания (ДМОД) определяют по формуле А. Г. Дембо:  
 $ДМОД = ДОО / (7,07 - 40)$ ,  
 где ДОО – должный основной обмен, ккал/сут, определяемый по таблицам Гарриса – Бенедикта (Приложения 5, 6) либо по формулам  
 Должный основной обмен (ДОО):

Для женщин  
 $ДОО = 65,59 + 19,56М + 1,85Р - 4,67В$ ;  
 для мужчин  
 $ДОО = 66,47 + 13,7М + 5,0Р - 6,75В$ ,  
 где М – масса тела, кг; Р – рост, см; В – возраст, годы.

#### **Ход работы.**

*Одномоментное определение ЖЕЛ.* Поставить шкалу прибора на «0». Сделать максимальный вдох, взять мундштук в рот, зажать нос и сделать максимальный выдох в спирометр. Записать показания и поставить шкалу прибора на «0».

*Определение первичных легочных объемов.* Для определения ДО после спокойного вдоха следует спокойный, нормальный выдох в спирометр. Сняв показания, поставить шкалу прибора на «0».

Для определения  $PO_{\text{выд}}$  после спокойного нормального выдоха в атмосферу сделать максимальный выдох в спирометр. Записать показания счетчика и поставить шкалу прибора на «0».

Определить:  
 $PO_{\text{вд}} = ЖЕЛ - (ДО + PO_{\text{выд}})$ .

*Определение показателя внешнего дыхания.* ПВД (табл. 5 характеризует потенциал внешнего дыхания по удалению  $CO_2$  и насыщению крови кислородом. Он определяется делением ЖЕЛ, мл, на массу тела, кг. При длительном отсутствии физической нагрузки мышцы, участвующие в дыхательных движениях, несколько теряют работоспособность, что ведет к снижению эффективности газообмена, недостатку кислорода в организме, вследствие чего появляется риск возникновения разных патологий.

#### **Контрольные вопросы**

1. Рассчитать основные показатели внешнего дыхания и сравнить с должными.
2. Зарисовать полученную схему легочных объемов.
3. Объясните зависимость МОД от выполняемой работы.

Таблица 5

Оценка показателя внешнего дыхания людей  
 в возрасте до 40 лет

Состояние	Мужчины	Женщины
Отличное	$\geq 66$	$\geq 62$
Хорошее	61-65	58-61
Удовлетворительное	56-60	51-57
Плохое	51-55	50-53

Очень плохие	46-50	45-49
--------------	-------	-------

### **Работа 7.**Функциональная проба с задержкой дыхания (проба Штанге)

**Содержание работы.** Время, в течение которого человек может задерживать дыхание, преодолевая желание вдохнуть, индивидуально, зависит от состояния аппарата внешнего дыхания и системы кровообращения. Поэтому длительность произвольной максимальной задержки дыхания может использоваться в качестве функциональной пробы. Способность человека к длительной задержке дыхания свидетельствует о наличии значительных резервов в организме.

У здоровых людей максимальная задержка дыхания после спокойного вдоха 50–60 с., после спокойного выдоха она меньше – 30–40 с. Эти показатели меняются при форсированном дыхании.

#### **Ход работы.**

**Определение максимальной задержки дыхания на вдохе и выдохе.** Исследуемый 3 – 4 мин дышит спокойно, затем после обычного выдоха делает глубокий вдох или глубокий выдох и задерживает дыхание как можно дольше. По секундомеру определяют продолжительность задержки дыхания. Максимальную задержку дыхания определяют как среднее арифметическое результатов трех попыток.

Таблица 6

Оценка функционального состояния внешнего дыхания

Испытуемые	Задержка дыхания, с		
	в покое (А)	после приседаний	после отдыха
Тренированные	46-60	>50%А	> 100% А
Нетренированные	36-45	30-40% А	70-100% А

**Определение максимальной задержки дыхания после дозированной нагрузки.** Исследуемому необходимо выполнить 20 приседаний за 30 с. После этого быстро сесть на стул, задержать дыхание и измерить максимальную задержку дыхания. Отдохнув одну минуту, в состоянии покоя необходимо измерить максимальную задержку дыхания на вдохе. Вычислить процентное отношение результатов после дозированной нагрузки к полученным в состоянии покоя. Сравнить данные с нормативными (табл. 6).

#### **Контрольные вопросы**

- 1.Сравните величину максимальной задержки дыхания на вдохе до и после дозированной нагрузки и объясните причину отличий.
- 2.Как влияет тренировка на полученные результаты?
- 3.Какова роль дыхания в энергетическом обмене при выполнении работы?

### **Работа 8.** Определение основного обмена.

**Содержание работы.** Основной обмен – это расход энергии, необходимый для поддержания жизнедеятельности всех систем организма и постоянной температуры тела в условиях физического, психического и теплового комфорта. Его определяют в состоянии полного мышечного покоя при температуре комфорта. Величина основного обмена зависит от пола, возраста, массы и размеров тела и равна приблизительно 1 ккал на 1 кг массы тела в час.

#### **Ход работы.**

Определение основного обмена с помощью спирометабографа – резинового гофрированного мешка, заполненного кислородом, с сосудом, заполненным натронной известью, загубником, гофрированными трубками, снабженными вдыхательными и выдыхательными клапанами, баллоном с кислородом и регистрирующим прибором.

Натошак (через 12 – 14 ч. после последнего приема пищи) в положении лежа испытуемый дышит через загубник, вдыхая кислород из мешка через трубку и выдыхая обратно в мешок через другую трубку (нос испытуемого зажат зажимом). Убедившись, что испытуемый дышит спокойно, включают лентопротяжный механизм и переключают кран на циркуляцию дыхательного воздуха через аппарат. На ленте записывается кривая потребления кислорода. Опыт продолжается 5 мин. Для вычисления величины основного обмена объем израсходованного кислорода в пересчете на 1 сут. умножают на калорический эквивалент кислорода, равный 4,8 ккал.

Определение должного основного обмена, который соответствует полу, возрасту, росту и массе тела испытуемого, осуществляют двумя способами:

- по данным Гарриса – Бенедикта (Приложение 5, 6);
- по формулам (табл. 7).

Существуют закономерности, позволяющие определить величину отклонения основного обмена от нормы. Например, формула Рида, где величина отклонения основного обмена от нормы рассчитывается по гемодинамическим показателям. Данную величину можно определить и по номограмме (Приложение 7):

$$ПО = 0,75(ЧСС + 0,74ПД) - 72,$$

где ПО – предельное отклонение основного обмена от нормы, %; ЧСС – частота сердечных сокращений (пульса) в минуту; ПД – пульсовое давление, мм рт. ст.

Таблица 7

Формулы для расчета основного обмена, ккал/сут

Возраст	Расчетные формулы
10-18	Мужчины: $16,6M + 77P + 572$
	Женщины: $7,4M + 482P + 217$
18-30	Мужчины: $15,4M - 27P + 717$
	Женщины: $13,3M + 334P + 35$
30-60	Мужчины: $11,3M + 16P + 901$
	Женщины: $8,7M - 25P + 865$
60 и старше	Мужчины: $8,8M + 1128P - 1071$
	Женщины: $9,2M + 637P - 302$
	Женщины: $9,2M + 637P - 302$

Примечание.  $M$  – масса тела, кг;  $P$  – рост, см.

Коэффициент физической активности (КФА) является объективным критерием, характеризующим адекватное количество энергии, расходуемой организмом конкретных профессиональных групп:

$$КФА = \frac{ЭЗО_{общ}}{ОО},$$

где ЭЗО<sub>общ</sub> – общие энергозатраты организма, ккал/сут;

ОО – значение основного обмена, ккал/сут.

Для ориентировочного расчета энергозатрат, кДж, можно использовать следующие формулы:

$Э = 4,18 (-0,52 + 0,17 \cdot МОД)$  – региональная работа,

$Э = 4,18 (1,27 + 0,04 \cdot МОД)$  – локальная работа,

где 4,18 – коэффициент перевода килокалорий в килоджоули.

#### Контрольные вопросы

1. Сравните экспериментальные и должные значения основного обмена. На что расходуется энергия в условиях основного обмена?

2. Перечислите факторы, влияющие на энергозатраты организма.

3. Рассчитайте коэффициент физической активности. С какой целью проводят оценку энергозатрат организма?

#### Работа 9. Рациональное питание и здоровье

**Содержание работы.** Вопросам питания как фактору, влияющему на здоровье,

придается огромное значение. Все жизненные процессы в организме человека находятся в большой зависимости от того, из чего состоит его питание с первых дней жизни, а также от режима питания. Всякий живой организм в процессе жизнедеятельности непрерывно тратит входящие в его состав вещества. Значительная часть этих веществ «сжигается» (окисляется) в организме, в результате чего освобождается энергия. Эту энергию организм использует для поддержания постоянной температуры тела, обеспечения нормальной жизнедеятельности внутренних органов (сердца, дыхательного аппарата, органов кровообращения, нервной системы и т. д.), особенно для выполнения физической работы.

В организме постоянно протекают созидательные процессы, связанные с формированием новых клеток, тканей. Для поддержания жизни необходимо, чтобы все эти траты организма полностью возмещались. Источниками такого возмещения являются вещества, поступающие с пищей.

**Рациональное питание** – поступление питательных веществ, которое удовлетворяет энергетические, пластические и другие потребности организма и обеспечивает необходимый уровень обмена веществ. Основными элементами рационального питания являются сбалансированность и правильный режим питания.

**Сбалансированное питание** – поступление оптимального соотношения питательных веществ, необходимых организму. В природе (за исключением материнского молока) нет продуктов, которые содержат все необходимые человеку компоненты.

**Ход работы.**

1. Студенты делятся на условные группы, имитируя ячейки общества: семья студентов (2–3 человека), семья инженерно-технических работников (ИТР) (3–4 человека), семья бизнесмена (4–5 человек), комната в студенческом или рабочем общежитии (4–5 человек), бригада в изолированных условиях (4–5 человек).

2. Определяется бюджет группы: выделяется возможная сумма на питание.

3. Определяется необходимое количество килокалорий (ккал) для каждого члена группы и в целом, в зависимости от вида его трудовой деятельности. Рассчитывается лист питания на день, на неделю.

4. Определяется необходимое количество пищи с учётом её разнообразия, рассчитывается баланс белков, жиров, углеводов.

5. Определяется набор продуктов на месяц, рассчитывается его стоимость и увязывается с бюджетом группы.

6. В конце работы идёт общее обсуждение и анализ предлагаемых вариантов.

Задание выполняется с использованием табл. 8, табл. 9.

Таблица 8

Лист питания (образец)

Возраст			
Вес			
Вес должностующий		75 кг	
Продукты: свободный выбор согласно табл. (3.1–3.6)			
<b>Предварительное меню на сутки, г:</b>			<b>Коррекция</b>
<b>Завтрак</b>	творог	100	
	молоко	200	
	хлеб	100	изюм 100
	масло сливочное	10	
<b>Обед</b>	свекла	50	
	масло растительное	20	

	картофель	200	шоколад 20
	говядина	100	
	хлеб	100	
	варенье	50	
<b>Полдник</b>	мука	100	
	масло растительное	10	пастила 50
	сок яблочный	200	
<b>Ужин</b>	куры 2-й категории	100	
	капуста	200	
	молоко сгущ.	20	воздушная кукуруза 100
	пряники	50	
	хлеб	50	

Таблица 9

Расчёт питания по белкам, жирам, углеводам, ккал на сутки

Продукты	Кол-во, г	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	ккал
молоко	300	5,6	6,4	9,4	116
творог	100	16,7	9,0	1,3	156
масло сливочное	10	0,06	8,2	0,09	75
растительное	30	0	30	0	270
хлеб	250	19	2,2	124,2	565
пряники	50	2,4	1,4	38,8	168
говядина	100	18,9	12,4	—	187
куры 2-й категории	100	20,8	8,8	0,6	165
молоко сгущен.	20	1,4	1,7	11,2	63
свекла	50	0,8	—	5,4	24
картофель	200	4,0	0,2	39,4	186
капуста	200	3,6	—	10,8	58
мука	100	10	0,9	74,2	327
сок яблочный	200	1,0	0	23,4	94
варенье	50	0,3	0	35,6	136
<b>ИТОГО:</b>	<b>1 660</b>	<b>104,86</b>	<b>81,2</b>	<b>373,39</b>	<b>2 588</b>
Потребность на 1 кг веса		1,5	1,5	8	50
Потребность на весь вес		112,5	112,5	600	3 750
Отклонение от нормы на весь вес		-7,6	-31,3	-226,6	-1 162
Коррекция:					
шоколад	50	3,4	17,8	26,2	274
изюм	100	1,8	—	70	280
Продукты	Кол-во, г	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Ккал
воздушная кукуруза	100	9,4	3,3	76,5	354
пастила	50	0,2	—	40,2	152
<b>ИТОГО</b>	<b>300</b>	<b>14,8</b>	<b>21,1</b>	<b>212,7</b>	<b>1 060</b>
<b>ВСЕГО:</b>	<b>1 960</b>	<b>119,7</b>	<b>102,3</b>	<b>586,1</b>	<b>3 648</b>
Отклонение на вес %	+7,3 (6,5 %)	-10,4 (9,2 %)	-13,8 (2,3 %)	-102 (2,7 %)	

Таблица 10

Рекомендуемый баланс белков, жиров, углеводов для взрослого человека

Показатели	Белки	Жиры	Углеводы
Весовое соотношение	1	1,2	4,6
Процентное соотношение энергетической потребности	11–13 %	30–33 %	56 %
Качественное соотношение	животные 55 %	животные 50 %	крахмал
	растит. 45 %	растит. 30 %	сахар
		маргарин 20 %	пектин
			в-ва
			клетчатка

Таблица 11

Распределение пищевого рациона при 4-разовом и 3-разовом питании

Прием пищи	4-разовое	3-разовое	Прием пищи	4-разовое
Завтрак	35 %	30–35 %	1-й завтрак	25 %
Обед	35 %	40–45 %	2-й завтрак	15 %
Полдник	15 %	–	Обед	35 %
Ужин	25 %	20–30 %	Ужин	25 %

Таблица 12

Энергетическая потребность продуктов для взрослого человека в сутки

Пищевые в-ва	На 1 кг веса	В среднем	Умственный труд	Кол-во воды в сутки, г	
				питьевая	в супах
Белки	1,5 г	80–100 г	57–69 г	питьевая	800–1 000
Жиры	1,5 г	80–100 г	63–77 г	в супах	250–500
Углеводы	8	400–500 г	300–350 г	в продуктах	700
ккал	50–55 ккал	по категории работы	2 300– 2 400 ккал	всего	1 750–2 200

Таблица 13

Необходимое количество калорий в сутки по затрате энергии

Категории работы	ккал/сутки
1 (легкие)	3 000
2 (средней тяжести)	3 100–3 900
3 (тяжёлые)	> 4 000, в среднем 4 500

Таблица 14

Содержание основных пищевых веществ и энергетическая ценность пищевых продуктов (на 100 г продуктов)

Продукты	Белки	Жиры	Углеводы	Энергетическая ценность, ккал
Крупа: манная	11,3	0,7	72,3	326
гречневая	12,6	2,6	68,0	329
овсяная	11,9	5,8	65,4	345
Горох лущённый	23,0	1,6	67,7	323
Макаронные изделия	10,4	0,9	75,2	332
Хлеб ржаной	6,5	1,0	40,1	190
Сдоба	7,6	5,0	56,4	288
Пшеничный хлеб	7,6	0,9	49,7	226
Сахар-песок	0	0	99,8	374
Крахмал картофельн.	0,1	следы	79,6	129
<b>Кондитерские изделия:</b>				
Карамель фруктовая	0,1	0,1	92,1	348
Шоколад молочный	6,9	35,7	52,4	547
Какао-порошок	24,2	17,5	27,9	373
Конфеты шоколадно-кремовые	4,0	39,5	51,3	566
Мармелад	следы	0,1	77,7	296
Пастила	0,5	следы	80,4	305
Зефир	0,8	следы	77,3	299
Халва	12,7	29,9	50,6	510
Печенье сахарное	7,5	11,8	74,4	417
Галеты	9,7	10,2	68,4	393
Вафли фруктовые	3,2	2,8	80,1	342
Пряники	4,8	2,8	77,7	336
Пирожное с кремом	5,4	38,6	46,4	544
<b>Молоко, молочные продукты:</b>				
Молоко пастеризованное	2,8	3,2	4,7	58
Сливки 10 % жирн.	3,0	10,0	4,0	118
Сметана 20 % жирн.	2,8	20,0	3,2	206
Творог полужирный	16,7	9,0	1,3	156
Сырки творожные	7,1	23,0	27,5	340
Кефир нежирный	3,0	0,05	3,8	30
Простокваша	2,8	3,2	4,1	58
Молоко сухое	25,6	25,0	39,4	475
Молоко сгущённое с сахаром	7,2	8,5	56,0	315
Масло сливочное	0,6	82,5	0,9	74

				8
<i>Продолжение табл.14</i>				
Масло топленое	0,3	98,0	0,6	88 7
Сыр российский	23,4	30,0	-	37 1
Брынза из коровьего молока	17,9	20,1	-	26 0
Плавленый сыр 40% жир	23,0	19,0	-	27 0
Мороженое молочное	3,2	3,5	21,3	12 5
Эскимо «Ленинградское»	3,5	20,0	19,6	26 8
Маргарин	0,3	82,3	1,0	74 6
Жир кулинарный	0	99,7	0	89 7
Сало растительное	0	99,7	0	89 7
Растительное масло	0	99,9	0	89 9
<b>Овощи, плоды:</b>				
Горошек зелёный	5,0	0,2	13,3	72
Кабачки	0,6	0,3	5,7	27
Капуста	1,8	-	5,4	28
Картофель	2,0	0,1	19,7	83
Лук репчатый	1,7	-	9,5	43
Морковь красная	1,3	0,1	7,0	33
Огурцы	0,8	-	3,0	15
Перец сладкий	1,3	-	5,7	27
Петрушка (зелень)	3,7	-	8,1	45
Свекла	1,7	-	10,8	48
Томаты	0,6	-	4,2	19
Фасоль (стручок)	4,0	-	4,3	32
Арбуз	0,7	-	9,2	38
Дыня	0,6	-	9,6	39
Ананас	0,4	-	11,8	48
Бананы	1,5	-	22,4	91
Персики	0,9	-	10,4	44
Яблоки	0,4	-	11,3	46
Апельсины	0,9	-	8,4	38
Лимон	0,9	-	3,6	31
Виноград	0,4	-	17,5	69
Земляника садовая	1,8	-	8,1	41
Грибы белые: свежие	3,2	0,7	1,6	25
сушёные	27,6	6,8	10,0	20 9



Капуста квашеная	0,8	-	1,8	14
<i>Продолжение табл. 14</i>				
Томаты солёные	1,7	-	1,8	19
Чай чёрный байховый	20,0	-	6,9	10 9
<b>Мясо:</b>				
Баранина 2-й категории	20,8	9,0	-	16 4
Говядина: 1-й категории	18,9	12,4	-	18 7
2-й категории	20,2	7,0	-	14 4
Кролик	20,7	12,9	-	19 9
Свинина мясная	14,6	33,0	-	35 5
Печень	17,4	3,1	-	98
Почки	12,5	1,8	-	66
<b>Колбасные изделия:</b>				
Докторская колбаса	13,7	22,8	-	20 0
Сардельки 1-го сорта	9,5	17,0	1,9	19 8
Сосиски свиные	11,8	30,8	-	32 4
Копчёная краковская колбаса	16,2	44,6	-	46 6
Грудинка сырокопчёная	7,6	66,8	-	63 2
<b>Консервы мясные:</b>				
Говядина тушёная	16,8	18,3	-	23 2
Завтрак туриста	20,5	10,4	-	17 6
<b>Птица:</b>				
Бройлеры (цыплята) 1-й категории	17,6	12,3	0,4	18 3
Гуси 1-й категории	15,2	39,0	-	41 2
Индейки 1-й категории	19,5	22,0	-	27 6
Куры: 1-й категории	18,2	18,4	0,7	24 1
2-й категории	20,8	8,8	0,6	16 5
Утки 1-й категории	15,8	38,0	-	10 5
Яйца куриные	12,7	11,5	0,7	15 7
<b>Рыба:</b>				
Горбуша	21,0	7,0	-	14

				7
<i>Продолжение табл. 14</i>				
Камбала	15,7	3,0	-	90
Треска	17,5	0,6	-	75
Хек	16,6	2,2	-	8 6
Щука	18,8	0,7	-	82
Язь	19,0	4,5	-	117
Краб	16,0	0,5	-	69
Паста «Океан»	18,9	6,8	-	137
Сельдь солёная	17,0	8,5	-	145
Икра кеты зернистая	31,6	13,8	-	251
Икра минтая	28,4	1,9	-	131
Томат-паста	4,8	0	18,9	96
<b>Консервы фруктовые:</b>				
Компоты:				
абрикосы	0,5	0	21,4	85
персики	0,3	0	22,3	86
Фруктовые соки:				
вишнёвый	0,7	0	12,2	53
яблочный	0,5	0	11,7	47
Варенье из малины	0,6	0	71,2	271
<b>Фрукты сушёные:</b>				
Урюк	5,0	0	67,5	278
Изюм	1,8	0	70,9	276
Воздушная кукуруза	9,4	3,3	76,5	354
Кукурузные хлопья	15,1	1,3	73,3	347
Хрустящий картофель	3,4	38,8	48,1	543
Мука высший сорт	10,3	0,9	74,2	327

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Дать определение понятия «рациональное питание».
2. Дать определение понятия «сбалансированное питание».
3. Заполнить таблицу (табл. 15): функции и источники питательных веществ.

*Таблица 15*

**Функция и источник питательных веществ**

Питательное вещество	Функция в организме	Источник
Витамин С		
Тиамин (В-1)		
Кальций		
Железо		

4. Почему гигиенисты настаивают на сбалансированном питании?
5. Какая зависимость имеет место между энергозатратами и энергоёмкостью питательных веществ?
6. Верно ли утверждение: «Силу ищи в тарелке»?
7. Почему вредны переизбыток и голодание?

8. Какую роль играют витамины? Что может произойти при их недостаточном употреблении и передозировке?

9. Верно ли утверждение, что чем больше человек получит витаминов, тем он будет здоровее и крепче?

10. Как сохранить от порчи молоко, мясо, фрукты и овощи?

11. Почему пищевые инфекции особенно часты в летний период?

### **2.3. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ**

В практике гигиенических исследований для изучения работоспособности и утомления нервно-мышечной системы наиболее часто используются динамометрия, треморометрия и электромиография.

Динамометрия представляет определение основных показателей дееспособности отдельных мышечных групп. К ним относятся максимальная произвольная сила (МПС), выносливость к статическим напряжениям, интегральный показатель – максимальная мышечная работоспособность (ММР).

Сила мышцы определяется наибольшим напряжением, которое она может развить. Основными измерительными приборами являются различные виды динамометров: кистевые, гидравлический и механический, ножной динамометр для измерения силы мышц разгибателей спины. При измерении силы обследуемый осуществляет максимальное воздействие (плавно, без рывков) на соответствующее устройство динамометра. Достигнутая максимальная сила должна быть зафиксирована на первой – второй секундах.

Выносливость к статическому напряжению определяется по длительности периода, в течение которого обследуемый удерживает усилие, равное 75 % от МПС. При измерении выносливости исследователь просит поддерживать заданное усилие максимально долго до отказа. Как только обследуемый достигает необходимого уровня усилия, исследователь включает секундомер и останавливает его в момент отказа поддерживать усилие. Срок удержания усилия (в секундах) и есть показатель статической выносливости.

ММР определяется на основании двух измеренных динамометрических показателей как произведение заданной силы на время ее удержания.

При снижении работоспособности, развитии утомления динамометрические показатели, как правило, уменьшаются. Величина снижения статической выносливости является одним из показателей степени физического утомления при труде. В процессе обычного рабочего дня оптимальное снижение выносливости – на 5 – 10 %, предельно допустимое – на 20 %. Превышение этого уровня указывает на развитие выраженного утомления нервно-мышечного аппарата и служит основанием для проведения мероприятий по снижению трудовой нагрузки путем механизации и автоматизации трудовых процессов, изменения норм выработки, времени активной работы, численности рабочих, рационализации режимов труда и отдыха.

Треморометрия представляет собой регистрацию постоянных, непроизвольных мелких колебаний кисти и осуществляется с помощью специального прибора тремометра. Анализ треморометрии проводится по амплитуде и частоте колебаний. В используемом для гигиенических исследований электротремометре амплитуда определяется числом касаний краев фигурных пазов. Проводя измерения, исследователь записывает показание счетчика электротремометра и включает его. По команде исследователя (при этом он запускает секундомер) обследуемый металлической указкой проводит через все фигурные пазы. После выполнения задания секундомер останавливается и вновь регистрируется показание счетчика. Разность в показаниях счетчика указывает количество касаний указкой краев пазов. Делением значения общего числа касаний на время выполнения теста определяется частота – количество касаний в 1 с.

При развитии утомления тремор усиливается, однако при трактовке результатов необходимо учитывать степень скоординированности совместной деятельности

зрительного и двигательного анализаторов.

Электромиография (ЭМГ) – регистрация биоэлектрической активности мышц – наиболее адекватный метод, позволяющий объективно оценить функциональное состояние нервно-мышечной системы. В зависимости от характера отведения различают суммарную ЭМГ (отводится с помощью накожных электродов) и ЭМГ отдельных двигательных единиц (отведение осуществляется с помощью игольчатых электродов). В гигиенических исследованиях используется, как правило, суммарная ЭМГ. Она представляет собой результат сложения потенциалов действия ряда двигательных единиц, в состав которых входят мотонейрон, его аксон и несколько мышечных волокон. Задача исследователя сводится к отведению, усилению и регистрации этих потенциалов. Для этих целей используются электромиографы.

При подготовке к записи ЭМГ для снижения сопротивления кожи ее обрабатывают спиртом в области двигательной точки мышцы (место, где сосредоточено наибольшее количество двигательных единиц), закрепляют электроды на коже с помощью пластыря (по два электрода на каждую мышцу – отведение биполярное) и для уменьшения помех «заземляют» испытуемого с помощью специального электрода. Все отводящие электроды подсоединяют к входу усилителя, который связан с регистрирующим блоком.

Количественный анализ ЭМГ включает определение величины амплитуды осцилляций и частоту их следования. В современных приборах этот процесс осуществляется с помощью микропроцессорной техники, и на экран дисплея поступает алфавитно-цифровая информация о частотном спектре и средней величине входного сигнала ЭМГ. Механизм обработки ЭМГ включает измерение в миллиметрах по восходящему колену высоты зубцов и определение средней амплитуды колебаний. Зная цену 1 мм в микровольтах (по калибровочному сигналу, который записывается до регистрации ЭМГ), вычисляют величину осцилляций. Частоту следования осцилляций определяют путем подсчета количества зубцов в единицу времени (импульс в 1 с).

Возрастание амплитуды и уменьшение частоты следования осцилляций ЭМГ являются достаточно информативными показателями для диагностики утомления, но при одном неперменном условии – постоянстве нагрузки. В производственных условиях из-за невозможности снижения величины прикладываемых усилий, изменений рабочей позы, характера рабочих движений, включения в работу других мышечных групп и т.д. это условие может нарушаться, что затрудняет оценку утомления по ЭМГ-показателям. В связи с этим для оценки мышечного утомления в последнее время используют тесты с дозированной физической нагрузкой. Например, с удержанием нагрузки, составляющей 50, 75 % от МПС в течение определенного времени (30 с. или «до отказа») с одновременной регистрацией ЭМГ. Сравнение биоэлектрической активности мышц во время удержания дозированных нагрузок в динамике рабочего дня позволяет дать объективную характеристику функционального состояния нервно-мышечной системы.

#### **2.4.МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

К специфическим методам оценки функционального состояния нервной деятельности относятся исследования внимания, памяти, скорости реакций, подвижности рефлексов.

Исследование внимания является важнейшим в психофизиологической оценке труда, например, операторов. Концентрация и устойчивость внимания, объем, переключение внимания – основные показатели, его характеризующие.

Для регистрации скорости простой зрительно (слуха)-моторной реакции применяют универсальный хронорефлексометр.

Исследование подвижности нервных процессов в зрительном или слуховом анализаторе проводится также для оценки функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС). Определяют критическую частоту слияния мельканий (КЧСМ) или критическую частоту слияния звуковых колебаний.

Электроэнцефалография (ЭЭГ) относится к объективным инструментальным

методам исследования функционального состояния ЦНС и представляет собой регистрацию биоэлектрической активности головного мозга.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ**

**Работа 10.** Определение устойчивости и переключаемости произвольного внимания

### ***Содержание работы.***

Внимание – сосредоточенность психической деятельности на каком-либо объекте или действии. Физиологической основой внимания является концентрация возбуждения в определенных участках коры головного мозга или менее значительное торможение его в других участках коры. Различают два вида внимания: непроизвольное и произвольное.

Непроизвольное внимание привлекается предметом или явлением без предварительного сознательного намерения и сохраняется без всяких усилий.

Произвольное внимание возникает в результате сознательного намерения, и сохранение его требует нередко значительных волевых усилий. Для привлечения и поддержания произвольного внимания существенно умение ставить цели, связывать с ними то, на что надо направить внимание.

Внимание характеризуется объемом (количеством объектов, которые могут быть восприняты одновременно и достаточно ясно), концентрированностью или, наоборот, распределением (умением осуществлять одновременно два или более видов деятельности, уделяя каждому из них достаточное внимание), устойчивостью (продолжительностью сохранения внимания на одном и том же объекте или на одной и той же деятельности), переключаемостью (умением сознательно и быстро переносить внимание с одних объектов на другие или переходить от одного вида деятельности к другому).

Противоположностью внимания является так называемая рассеянность, проявляющаяся, во-первых, в неспособности сосредоточиться на чем-либо определенном в течение более или менее продолжительного времени, и, во-вторых, в отсутствии внимания к окружающей обстановке вследствие сильной концентрации его на каком-либо объекте.

Как и все стороны психической жизни, внимание развивается в процессе воспитания и обучения и под влиянием сознательных усилий человека, его работы над собой. Произвольное внимание усиливается при трудовой деятельности. Разные виды труда развивают различные свойства произвольного внимания. Так, оператор, следящий за появлением на экране определенной информации, обязан обладать большой устойчивостью внимания; водитель автобуса должен уметь быстро переключать свое внимание с одного объекта на другой (дорога, салон автобуса, пульт управления и рычаги и т.п.).

### ***Ход работы.***

1. Студенты образуют пары: испытуемый и экспериментатор. Экспериментаторы быстро, в течение 1 – 2 мин, рисуют каждый для своего испытуемого по одной таблице с изображением перепутанных ломаных линий и раздают их испытуемым. По команде экспериментатора в течение 3 мин, не пользуясь ручкой или карандашом, а только зрительно, находят конец каждой линии и помечают ее соответствующим номером в правом столбике. Через 3 мин экспериментаторы прерывают работу испытуемых и, проверив ее, оценивают степень устойчивости произвольного внимания по количеству правильно найденных концов линий.

2. Преподаватель раздает студентам рисунок с двойственным изображением. Экспериментаторы отмечают время восприятия и опознания испытуемым обоих образов. О степени переключаемости внимания судят по количеству секунд, затраченных на опознание обоих образов: чем быстрее испытуемый увидит оба изображения, тем больше у него выражена способность к переключению внимания.

### ***Контрольные задания***

1. Занести в тетрадь результаты определения степени устойчивости и переключаемости внимания всех студентов вашей группы и рассчитать среднегрупповые значения.

2. Оценить собственные данные относительно среднегрупповых значений.
3. Указать виды профессиональной деятельности, требующие развития изучаемых свойств внимания.

### **Работа 11.** Определение объема кратковременной слуховой памяти

**Содержание работы.** Память – одно из основных свойств нервной системы, выражающееся в способности длительное время хранить информацию о событиях внешнего мира и реакциях организма, неоднократно выводить эту информацию в область сознания и поведения. Память человека включает четыре характеристики: запоминание (усвоение), сохранение, извлечение и воспроизведение информации.

Человеку присуща память не менее трех типов: сенсорная, кратковременная и долговременная. В зависимости от рецепторов, воспринимающих раздражения, выделяют специфические виды памяти: зрительную, слуховую, осязательную, двигательную и т.д.

Сенсорная память удерживает точную и полную картину, воспринимаемую органами чувств, т.е. образ предмета. Длительность хранения образа 0,1 – 0,5с. В это время происходит кодирование информации для передачи в кратковременную память. Процесс забывания начинается сразу же после поступления информации.

Кратковременная память удерживает не точную копию предмета, события, явления, а их частичное отображение. Длительность хранения составляет от 5 до 60 с.

Долговременная память удерживает огромный объем информации. Все, что содержится в памяти более минуты, переводится в систему долговременной памяти, где и сохраняется часами, а иногда на протяжении всей жизни. Именно долговременная память составляет основное звено в организации целенаправленного поведения, обеспечивая хранение, извлечение, воспроизведение информации.

Переход от кратковременной к долговременной памяти – это преобразование процесса получения информации в процесс ее охранения. В этом процессе участвует внимание (сознательный компонент).

#### **Ход работы.**

Для определения объема кратковременной памяти необходимо установить то максимальное количество знаков, которое человек может усвоить на слух с одного предъявления и точно воспроизвести.

Преподаватель зачитывает первый ряд из приготовленной им таблицы однозначных цифр. Студенты прослушивают этот ряд полностью, а затем записывают его в тетради. Затем преподаватель диктует второй ряд. Студенты прослушивают его, а затем записывают и т.д.

После того, как продиктованы все ряды цифр, преподаватель вновь начинает диктовать эти же ряды цифр для проверки правильности их воспроизведения. Если, например, первые три ряда цифр записаны верно и в правильной последовательности, а в четвертом ряду обнаружены ошибки (изменен порядок цифр, величина ряда, записана неверная цифра), то объем памяти будет равен количеству цифр в третьем ряду.

#### **Контрольные задания**

1. Подсчитать свой объем кратковременной памяти.
2. Описать физиологический механизм одного из видов памяти.

### **Работа 12.** Сенсомоторная зрительно-двигательная реакция.

**Содержание работы.** Движение в операторской деятельности выступает как способ определенного предметного действия и реализуется в форме двигательного акта. В основе организации двигательного акта – сенсорный синтез, связанный с разными анализаторами: зрительным, слуховым, тактильным и т.д., и вырабатываемая на его базе коррекция эффекторных систем. В итоге движение регистрируется на каждом этапе «образом ожидаемого результата», который появляется после восприятия и осознания человеком окружающего его пространства. За счет этого двигательный акт основан не только на сенсомоторной реакции, но и на осознанной моторной регуляции.

Все это вместе взятое обеспечивает ряд качеств двигательного акта, включая точность, меткость, ловкость и скоординированность.

Особое место среди них занимают два последних, так как необходимы для любой практической деятельности, особенно в сфере операторского труда (перемещение, подъем, опускание, толчок, захват и т.д.).

Можно рекомендовать очень простой мануальный тест. Его можно использовать для определения зрительно-двигательной реакции на падающий предмет, которая оценивается расстоянием от места падения до точки его захвата (измеренным, например, линейкой).

#### ***Ход работы.***

Исследователь устанавливает линейку (40 – 50 см) с нулевой отметкой на уровне указательного и большого пальцев вытянутой руки испытуемого. Испытуемый стоит с вытянутой на уровне плеча рукой и, увидев падающую линейку, должен поймать ее движением одной кисти. Расстояние, которое преодолит падающая линейка, будет характеризовать величину зрительно-двигательной реакции. Фиксируется лучший результат. В табл. 16 приведена оценочная шкала

*Таблица 16*

Оценка зрительно-двигательной реакции людей  
в возрасте до 30 лет (А), 51 года и старше (Б)

Реакция	Путь линейки до ее захвата, см	
	А	Б
Отличная	≤14	≥17
Хорошая	15-18	18-21
Удовлетворительная	19-22	22-25
Плохая	23-27	26-30
Очень плохая	28-32	31-35

#### ***Контрольные задания***

- 1.Разъяснить понятия: сенсорный синтез, осознанная регуляция, зрительно-двигательная реакция.
- 2.Оценить собственную зрительно-двигательную реакцию.

## **2.5.МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ АНАЛИЗАТОРОВ**

При взаимодействии с окружающей средой важнейшими анализаторами человека являются органы зрения и слуха. Наиболее значимыми считаются органы зрения, поскольку с их помощью человек воспринимает не менее 90 % информативных сигналов окружающего пространства. Глаза и уши – внешний выход функций центральной нервной системы для восприятия, осознания и последующих действий человека любого возраста. Любое повреждение зрительного и слухового анализаторов резко уменьшает приспособительные возможности человека к изменениям окружающей среды и, в конечном счете, приводит к снижению безопасности его жизнедеятельности, риску для здоровья и жизни.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ**

**Работа 13.** Определение остроты зрения вдаль

#### ***Содержание работы.***

Единообразие условий и методики исследования остроты зрения, необходимо для получения соизмеримых результатов и весьма важно при экспертизе трудоспособности, освидетельствовании военнообязанных, профессиональном отборе и т. д.

Под остротой зрения понимают способность глаза различать светящиеся точки

раздельно. Обладающие нормальной остротой зрения люди могут различать ширину штрихов букв, цифр и других знаков, если они их видят под углом в 1 минуту. Если исследуемый с того же расстояния не может узнать эти знаки, то его зрение ниже нормы. Тогда определяют знаки в таблице, которые на этом расстоянии исследуемый узнает. Зная, с какого расстояния штрихи этих знаков видны под углом в 1 минуту, можно вычислить остроту зрения исследуемого. Она будет во столько раз меньше нормы (единицы), во сколько раз угол зрения штрихов этой буквы больше 1 минуты или же во сколько раз расстояние, на котором эти буквы образуют угол зрения, равный 1 минуте, больше расстояния, на котором исследуемый узнает эти буквы.

Остроту зрения тогда легко определить по формуле:

$$V = \frac{d}{D},$$

где: V (acies visus) – острота зрения; d – расстояние, с которого производится исследование; D – расстояние, на котором нормальный глаз видит данный ряд или знак.

В таблицах имеется несколько рядов знаков разной величины. Сбоку каждого ряда обозначены расстояния, на котором буквы данного ряда различаются нормальным глазом. Зная это расстояние и расстояние, на котором больной находится от таблицы, можно легко определить остроту зрения больного, пользуясь приведенной формулой.

Например, больной с расстояния 5 м узнает в таблице только те буквы, которые здоровый может узнать с расстояния 50 м. Следовательно, острота зрения больного равна  $\frac{1}{10}$  нормальной

$$(V = \frac{5}{50} = \frac{1}{10}).$$

Наибольшим распространением в настоящее время пользуются таблицы Головина – Сивцева. Они позволяют с расстояния 5 м определять остроту зрения от 0,1 до 2,0. Штрихи знаков, помещенные в 10-м ряду сверху, при этом видны под углом в 1 минуту. Человек, читающий их с этого расстояния, обладает остротой зрения 1,0. Первую же строчку сверху он должен читать с дистанции 50 м. Если он может читать с дистанции 5 м только первый ряд сверху, то его острота зрения равна 0,1; второй ряд сверху – 0,2; третий – 0,3; четвертый – 0,4; пятый – 0,5; шестой – 0,6; седьмой – 0,7; восьмой – 0,8; девятый – 0,9.

Если исследуемый читает первый ряд сверху с меньшего расстояния, например с 3 м, то острота зрения его определяется по общей формуле:

$$V = \frac{3}{50} = 0,06.$$

Однако таблицы Головина – Сивцева не лишены некоторых недостатков. Во-первых, в них имеется большая разница в величине знаков в разных строках и неравномерность при переходе от одной строки к другой. Во-вторых, не все знаки узнаваемы в одинаковой степени.

#### ***Рекомендации к методике исследования остроты зрения вдаль***

1. Помещения, в которых больные ожидают приема их офтальмологом, рекомендуется освещать естественным светом (коэффициент естественной освещенности не менее 0,75% или отношение площади остекления к площади пола не менее 0,20), а стены окрашивать светлой матовой краской. При необходимости пользоваться искусственным светом, величина освещенности от светильников с лампами накаливания должна быть не менее 75 лк в горизонтальной плоскости на уровне 0,8 м от пола. При



применении светильников с люминесцентными лампами величина освещенности должна быть не менее 150 лк.

2. Исследование остроты зрения рекомендуется производить в светлых помещениях со стенами, окрашенными белой матовой краской (коэффициент естественной освещенности не менее 1,25% или отношение площади остекления к площади пола не менее 0,3%). Величина освещенности от светильников с лампами накаливания должна быть не менее 100 лк на высоте 0,8 м от пола. При применении светильников с люминесцентными лампами величина освещенности в горизонтальной плоскости на том же уровне должна быть не менее 200 лк. Освещенность стены, на которой повешены таблицы, рекомендуется создавать не менее 200 лк.

3. Величина освещенности таблиц для определения остроты зрения вдаль должна быть равна 700 лк.

4. Для создания на таблицах освещенности 700 лк электрическая лампа накаливания 40 Вт с колбой из прозрачного стекла должна быть помещена на расстоянии 25 см от центра ящика аппарата для освещения таблиц и со стороны большого закрыта непрозрачным щитком.

5. При определении остроты зрения вдаль большого помещают в 5 м от аппарата для исследования остроты зрения. Нижний край ящика осветителя должен находиться на расстоянии 120 см от пола.

6. При определении остроты зрения не следует разрешать больным прищуриваться, наклонять голову и туловище. При определении монокулярной остроты зрения веки обоих глаз должны быть открыты. Исследуемый глаз не рекомендуется плотно закрывать, в частности рукой исследуемого. Целесообразно не исследуемый глаз прикрывать щитком белого цвета так, чтобы внутренний край щитка находился на средней линии носа, а наружный – не прилегал к лицу исследуемого. Щиток следует изготавливать из материала, допускающего его дезинфицирование. Экспонирование знаков на таблицах должно быть непродолжительным (2–3 секунды).

7. Для того чтобы острота зрения могла быть оценена в 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 и 1,0, необходимо правильное название всех знаков в соответствующих рядах таблиц (полная острота зрения). При неправильном назывании или не узнавании одного из знаков в рядах таблиц, соответствующих остроте зрения 0,3; 0,4; 0,5 и 0,6, и двух знаков – в рядах, соответствующих остроте зрения 0,7; 0,8; 0,9 и 1,0, последняя оценивается по этому ряду с примечанием – неполная. При большем количестве неправильно названных или неузнанных знаков острота зрения оценивается по предыдущему ряду с более крупными и правильно названными знаками.

#### ***Правила эксплуатации аппарата для исследования остроты зрения вдаль***

1. Для предохранения таблиц от порчи не следует производить давления на них: указкой при показывании знаков.

2. Для предохранения таблиц от порчи целесообразно на конец указки надеть резинку (от пипетки).

3. Для увеличения срока службы таблиц надо по окончании работы закрывать их занавеской.

4. Загрязненные и поцарапанные указкой таблицы надо заменять новыми.

5. Один раз в неделю колбу электрической лампы из прозрачного стекла, зеркала и ящик осветителя таблиц следует вытирать чистой сухой тряпкой.

6. При потемнении стекла колбы электрической лампы 40 Вт должна быть заменена новой такой же мощности.

7. Не допускается замена электрической лампы 40 Вт лампами другой мощности.

После лабораторных исследований и проверки в практике амбулаторного приема Институт глазных болезней имени Гельмгольца предложил создавать на таблицах освещенность в 700 лк и разработал улучшенную конструкцию осветителя таблиц (рис.2).

#### ***Ход работы.***

Для определения остроты зрения используют стандартные таблицы с буквенными

знаками, которые расположены в 12 строк. Величина букв в строках убывает сверху вниз. Сбоку каждой строки стоит цифра, обозначающая расстояние, с которого нормальный глаз различает буквы данной строки под углом зрения 1 минута. Таблицу вешают на хорошо освещенной стене (освещенность должна быть не ниже 100 лк).

Студенты образуют пары: испытуемый и экспериментатор. Испытуемый садится на стул на расстоянии 5 м от таблицы и закрывает глаз специальным щитком. Экспериментатор указкой показывает испытуемому буквы и просит их называть, начиная с верхней строки, и фиксирует номер нижней строки, все буквы которой испытуемый еще отчетливо видит и правильно называет в течение 2 – 3 с. Затем рассчитывают остроту зрения по формуле:

$$V = d/D,$$

где  $d$  – расстояние от испытуемого до таблицы;  $D$  – расстояние, с которого нормальный глаз должен отчетливо видеть данную строку.

Затем также определяют остроту зрения другого глаза.

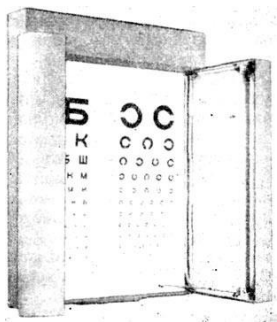


Рис.2. Таблицы Головина-Сивцева в аппарате с люминесцентными лампами, создающими всюду на таблицах почти одинаковую освещенность.

### Работа 13. Исследование цветового зрения

**Содержание работы.** Цветовое зрение, как и острота зрения, является функцией палочкового аппарата сетчатки и в основном зависит от состояния макулярной области сетчатки и папилломакулярного пучка зрительного нерва. Исследование цветового зрения крайне необходимо для диагностики врожденной и приобретенной патологии глазного дна и профориентации подростков.

Цветовое зрение проверяется с помощью полихроматических таблиц Рабкина. Таблицы построены с учетом общепринятых видов расстройства цветового зрения и позволяют с большой точностью установить его врожденную или приобретенную патологию.

Врожденные расстройства цветового зрения встречаются у 5-8% лиц мужского пола и у 0,05% женского. Наблюдаются нарушения восприятия только красного (протанопия) и зеленого (дейтеранопия) цвета. Врожденная слепота на синий (тританопия) цвет практически не встречается.

Приобретенные расстройства имеют общие черты, что позволяет отличить их от врожденных. У больных с приобретенными расстройствами цветового зрения снижается способность различать синие и фиолетовые тона, а также дифференцировать цвета по яркости и насыщенности. Кроме того, приобретенные расстройства могут быть монокулярными, претерпевать динамику и отличаются большим разнообразием.

Таблицы Рабкина содержат 3 таблицы (XXIII, XXIV, XXV), которые не могут быть прочитаны только лицами с приобретенной патологией цветового зрения. Так как тританопия и тританомалия как врожденные формы цветового расстройства не встречаются, не читаемость этих таблиц говорит о приобретенной патологии цветового зрения. Степени приобретенных расстройств цветового зрения, как и врожденных, обозначают буквами: А, В, С. Расстройство А (наиболее тяжелое) устанавливается тогда, когда пациент не читает более

12 таблиц, В (среднее) – когда не читает менее 12 таблиц, С (наименьшее) – когда не читает 6 таблиц.

Расстройства цветового зрения наблюдаются при ряде заболеваний глаз, при абитрофии сетчатки с поражением центральной области глазного дна, при макулитах, невритах зрительного нерва, при атрофии зрительного нерва, при застойном диске зрительного нерва и некоторых других заболеваниях.

Исследование цветового зрения с помощью полихроматических таблиц Рабкина проводится при хорошем освещении таблиц. Таблицы располагают на уровне глаз при остроте зрения более 0,05. Если острота зрения 0,05-0,02, то обследуемый может рассматривать таблицы с более близкого расстояния, называя цифры и фигуры.

Сначала показывают 2 демонстрационные таблицы (I, II). Если обследуемый различает эти таблицы, то исследование продолжается, если не различает, то исследование прекращают. Затем показывают серию таблиц (III-XXII) общедиagnostических и дифференциально-диагностических для выявления врожденной или приобретенной патологии цветового зрения. Исследование продолжают показом XXIII, XXIV и XXV таблиц для выявления патологии восприятия сине-фиолетового цвета.

Если обследуемый читает таблицы неуверенно, то исследование можно повторить.

Встречаются следующие варианты чтения таблиц: 1) правильное чтение; 2) неуверенное чтение; 3) неправильное типичное чтение; 4) неправильное атипичное чтение; 5) таблицы не читаются. Все ответы заносятся на специальную карточку.

Можно проверить цветовое зрение и "немым" способом. Обследуемому дают рассыпанную мозаику, наборы цветных карандашей или нитки "мулине" различного тона, но приблизительно одной яркости и предлагают разложить их в стопки по тону. При нарушении цветового зрения в стопках оказываются предметы, близкие не по тону, а по яркости.

Наиболее объективно исследование цветового зрения методом аномалоскопии с помощью специального прибора аномалоскопа.

Полная цветовая слепота встречается крайне редко. Люди, страдающие этой формой расстройства цветового зрения, видят только разные оттенки серого цвета.

#### ***Ход работы.***

Студенты образуют пары: испытуемый и экспериментатор. Испытуемый садится спиной к свету, экспериментатор показывает ему 20 цветных рисунков из полихроматических таблиц Рабкина, в которых на фоне точек одного цвета изображены геометрические фигуры и цифры другого цвета. Они хорошо различимы трихроматами – т.е. людьми с нормальным цветовым зрением и не полностью различимы людьми, у которых имеется то или иное нарушение зрения.

Экспериментатор показывает таблицы испытуемому на расстоянии 1 м в течение 5 с. Каждый глаз обследуется раздельно. Испытуемый записывает цифры и фигуры, которые он видит, экспериментатор затем зачитывает, что действительно изображено на этой таблице.

Адекватность ответов оценивается знаком «плюс» и свидетельствует о нормальном цветовосприятии.

#### ***Контрольные вопросы***

1. Оцените собственное цветовосприятие.
2. Опишите физиологические механизмы цветового зрения.
3. Каково значение определения цветового зрения в практике БЖД?

#### **Работа 15. Аккомодация**

В офтальмологии под аккомодацией (от лат. *accomodatio* – приспособление) понимают приспособительный механизм органа зрения, обеспечивающий четкое видение рассматриваемых предметов, находящихся на различном расстоянии от глаза.

Представление о механизме аккомодации впервые наиболее удачно было сформулировано Гельмгольцем. Согласно его теории, при сокращении цилиарной мышцы ослабевает натяжение цинновых связок хрусталика, и последний в силу своей

эластичности стремится принять более шаровидную форму. При аккомодации происходят некоторые изменения в переднем отрезке глаза: суживается зрачок, уменьшается глубина передней камеры, хрусталик опускается несколько книзу. Сужение зрачка при аккомодации объясняется особенностями иннервации цилиарной мышцы, которая, как и сфинктер зрачка, иннервируется веточкой глазодвигательного нерва. Возбуждение глазодвигательного нерва, связанного с аккомодацией, рефлекторно передается и на сфинктер зрачка.

Наивысшее напряжение аккомодации характеризуется положением ближайшей точки ясного зрения (*punctum proximum* – P), т.е. того самого короткого расстояния, на котором глаз еще может четко видеть предмет. Зная положение дальнейшей и ближайшей точек ясного зрения, можно получить представление о той полосе пространства, в пределах которой возможно ясное зрение, т.е. область аккомодации. Прирост рефракции, требуемый для перевода установки глаза с дальнейшей точки ясного зрения на ближайшую, называется объемом аккомодации.

Объем абсолютной аккомодации каждого глаза вычисляют по формуле Дондерса:

$$A = P - (\pm R),$$

где P – положение ближайшей точки ясного зрения, выраженное в диоптриях (динамическая рефракция); R – положение дальнейшей точки ясного зрения, выраженное в диоптриях (статическая рефракция). Последнюю исследуют посредством скиаскопии в условиях медикаментозного расслабления аккомодации. Определение ближайшей точки ясного зрения производят монокулярно. Тестом служит кольцо Ландольта, соответствующее остроте зрения 0,7 по таблице для исследования зрения на близком расстоянии. Его постепенно приближают к глазу, пока разрез в кольце становится неясным. С помощью линейки измеряют в сантиметрах расстояние от опто типа до вершины роговицы. Чтобы вычислить это расстояние в диоптриях, делят 100 см на его величину.

Например, для Эмме тропического глаза дальнейшая точка ясного зрения находится в бесконечности, тогда  $R = 1/\infty = 0$  дптр. Предположим, что ближайшая точка ясного зрения находится на расстоянии 10 см от глаза, тогда  $P = 100/10 = 10,0$  дптр. Объем аккомодации:  $A = P - R = 10,0$  дптр  $- 0$  дптр =  $10,0$  дптр. Область аккомодации занимает пространство от бесконечности до 10 см перед глазом.

У миопы дальнейшая точка ясного зрения лежит, например, в 33 см перед глазом, тогда  $R = 100/33 = 3,0$  дптр. Ближайшая точка ясного зрения находится на расстоянии 8 см от глаза, тогда:  $P = 100/8 = 13,0$  дптр. Объем аккомодации:  $A = P - R = 13,0$  дптр  $- 3,0$  дптр =  $10,0$  дптр. Область аккомодации:  $33$  см  $- 8$  см =  $25$  см.

Если же для примера взять гиперметропа, дальнейшая точка ясного зрения которого лежит в 50 см за глазом, то его  $R = 100/(-50) = -2,0$  дптр. Если его ближайшая точка ясного зрения находится в 13 см от глаза, тогда  $P = 100/13 = 8,0$  дптр. Объем аккомодации:  $A = P - R = 8,0$  дптр  $- (-2,0$  дптр) =  $10,0$  дптр. Область аккомодации простирается от 50 см за глазом до 13 см перед глазом. Из приведенных примеров видно, что глаза с различной рефракцией могут иметь один и тот же объем аккомодации, но область аккомодации будет различна.

Область аккомодации зависит от вида рефракции, наименьшую величину она имеет при миопии; объем аккомодации – от способности хрусталика менять свою кривизну. Эта способность изменяется с возрастом. Хрусталиковые волокна становятся беднее водой, уплотняются, особенно в центральной части, и образуется плотное ядро. Это явление физиологической инволюции хрусталика приводит к уменьшению его аккомодационной способности, в результате чего ближайшая точка ясного зрения отодвигается от глаза дальше 33 см.

Явление это называется пресбиопией (от греч. *presbus* – старик, *ops* – зрение) – старческое зрение. Такое название не совсем правильное, так как процесс ослабления аккомодации начинается в молодом возрасте (20-25 лет), но практически ощутимым становится в возрасте 40- 45 лет при эмметропической рефракции, при миопической – позже, гиперметропической – значительно раньше. При этом затрудняется рассматривание вблизи

мелких предметов. Человеку с возрастом приходится все дальше отодвигать от глаз читаемый шрифт, так как клинически пресбиопия проявляется именно отдалением ближайшей точки ясного зрения.

Впервые закономерности возрастного ослабления аккомодативной способности глаза были изучены Дондерсом, построившим схему динамики статической и динамической рефракции в возрастном аспекте. Строгая закономерность снижения аккомодативной способности круто обрывается к 60 годам. Около 65 лет ближайшая точка ясного зрения отодвигается в бесконечность, и вся аккомодация равна нулю. Это значит, что хрусталик полностью теряет способность увеличивать свою кривизну. Исправляют пресбиопию при помощи собирательных линз convex (+). Для подбора очков можно использовать формулу:

$$D_b = D_d + (A-30)/10,$$

где  $D_b$  – сила сферической линзы для работы вблизи в диоптриях;

$D_d$  – пациента в годах.

Аккомодация каждого глаза в отдельности называется абсолютной аккомодацией. Но у большинства людей зрение совершается двумя глазами (бинокулярно), и их аккомодация связана с конвергенцией (сведение зрительных осей обоих глаз на рассматриваемом предмете). Степень конвергенции соответствует степени напряжения аккомодации.

Так, если эмметропические глаза конвергируют к точке, находящейся от них на расстоянии 1 м, то нужно затратить 1,0 Д аккомодации. Если глаза конвергируют на 33 см, то затрачивается 3,0 Д аккомодации.

Аккомодация глаз при определенной конвергенции зрительных осей называется относительной аккомодацией. Различают положительную и отрицательную части относительной аккомодации. Отрицательная часть – это та величина относительной аккомодации, которая затрачивается при зрительной работе глаз в данный момент. Положительная часть относительной аккомодации составляет тот запас аккомодативной способности глаза, который в данный момент не тратится.

Отношение между двумя частями относительной аккомодации имеет практическое значение. Для спокойной зрительной работы на близком расстоянии без явлений утомления надо, чтобы положительная часть относительной аккомодации была вдвое больше отрицательной, т.е. чтобы в запасе осталось больше аккомодации, чем ее истрачено. В противном случае наступает утомление цилиарной мышцы, что проявляется неприятным чувством усталости в глазах и ухудшением зрительной функции: рассматриваемые детали расплываются, сливаются. При определении относительной аккомодации подбирают самое сильное собирательное и самое сильное рассеивающие стекла, которые не нарушают ясность зрения при одной и той же конвергенции. При этом аккомодация, определенная собирательным стеклом, будет отрицательной частью, а определенная рассеивающим стеклом положительной частью относительной аккомодации.

**Содержание работы.** В основе аккомодации лежит способность глаза изменять преломляющую силу оптической системы за счет изменения кривизны хрусталика. Для ясного видения предмета лучи каждой его точки должны быть сфокусированы на сетчатке. Если смотреть вдаль, то близкие предметы видны неясно, расплывчато, так как лучи от ближних точек фокусируются за сетчаткой. Одинаково ясно видеть одновременно разнo удалённые от глаза предметы невозможно. В этом легко убедиться с помощью следующего опыта.

#### **Ход работы.**

Через тонкую марлю, натянутую на деревянную рамку, смотрят на печатный текст, находящийся на расстоянии около 50 см от глаза. Если фиксировать взгляд на буквах, то нитки сетки становятся плохо видимыми. Если же фиксировать взгляд на нитях, то невозможно ясно видеть текст, буквы расплываются. Следовательно, нельзя одинаково ясно видеть буквы и рисунок сетки.

### Контрольные вопросы

1. Нарисуйте схему преломления лучей хрусталиком глаза при рассматривании близко и далеко расположенных предметов.
2. Объясните физиологические механизмы аккомодации.
3. Каково практическое значение аккомодации для БЖД?

#### Работа 16. Исследование костной и воздушной проводимости

**Содержание работы.** Различают костную и воздушную проводимости звука. Воздушная проводимость обеспечивается распространением звуковой волны обычным путем через звукопередающий аппарат. Костная проводимость звука – передача звуковых волн непосредственно через кости черепа. При патологических изменениях в звукопередающем аппарате слуховая чувствительность частично сохраняется за счет костной проводимости звука.

**Ход работы.** Для определения уровня костной проводимости звука (опыт Вебера) ножку звучащего камертона прикладывают на середину темени испытуемого. Отмечают, что через оба уха испытуемый слышит звук одинаковой силы. Затем опыт повторяют, заложив предварительно в одно ухо ватный тампон.

Для сравнения проводимости звука разными костями черепа ножку звучащего камертона прикладывают к теменной, височной, лобной, затылочной костям и отмечают, есть ли разница в силе восприятия звука.

Для сравнения воздушной и костной проводимости звука проводят опыт Ринне. Ножку звучащего камертона плотно прикладывают к сосцевидному отростку височной кости. Испытуемый слышит постепенно ослабевающий звук. При исчезновении звука (судя по словесному сигналу испытуемого) камертон переносят непосредственно к уху. Испытуемый вновь слышит звук. По секундомеру определяют время, в течение которого слышен звук. Во избежание адаптации слухового анализатора во время исследования камертон то отдают на расстояние около 0,5 м, то на короткое время приближают его к уху на расстояние 0,5 см. Воздушную проводимость исследуют отдельно для правого и левого уха. Данные измерений заносят в табл. 17 и сравнивают с нормой.

Таблица 17

Оценка проводимости звука

Частота колебаний камертона, Гц	Проводимость звука	Продолжительность восприятия звука камертона у испытуемого, с		
		в норме	правым ухом	Левым ухом
138	Воздушная	75		
	Костная	35		
256	Воздушная	40		
	Костная	20		
512	Воздушная	80		
	Костная	40		
1024	Воздушная	100		
	Костная	50		
2048	Воздушная	40		
	Костная	20		

### Контрольные вопросы

1. Почему в опыте Вебера существует разница в силе воспринимаемого звука?
2. Что означает понятие «бинауральный слух», и каково его значение для человека?
3. Каково значение нормального слуха в практике БЖД?

## 2.6. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Работоспособность – это возможность человека выполнять в заданное время и с достаточной эффективностью определенное количество работы.

Оценка работоспособности по производственным показателям базируется на применении экономико-статистических методов, хронометражных наблюдений, фотографии рабочего дня и использования оборудования.

Производственные показатели характеризуют эффективность работы и опосредованно – уровень работоспособности. Это обусловлено тем, что производительность труда и функциональное состояние работника в течение смены изменяется разнонаправленно. Так, производительность труда в конце смены может повыситься или сохраняться на высоком уровне, в то время как функциональное состояние постепенно ухудшается. Производительность труда начинает снижаться при значительном развитии утомления, поскольку на начальных ее стадиях имеет место компенсация за счет резервных возможностей организма. В этой связи особое значение имеет изучение динамики функционального состояния с помощью физиологических методов.

Следует иметь в виду, что характер изменений и направленность функциональных состояний различных физиологических систем неодинаковы. Так, реакция сердечно-сосудистой системы достаточно нечетко указывает на развитие утомления при тяжелой физической работе. Одним из основных интегральных показателей работоспособности является состояние центральной нервной системы, которая определяет функциональное состояние всех органов и систем. Необходимо исследовать не менее трех физиологических систем или функций:

- центральную нервную систему, в частности динамику корковых процессов;
- ключевые физиологические функции для данного вида труда;
- состояния анализаторов методом определения критической частоты слияния мельканий (КЧМ); времени сенсомоторной реакции методом рефлексометрии.

Применение метода определения критической частоты слияния мельканий основывается на том, что зрительный анализатор характеризуется определенным уровнем функциональной подвижности. Этот уровень измеряется той предельной частотой вспышек света, при которой они уже не отличаются как отдельные вспышки, а возникает ощущение непрерывного света. В случае усталости эта граничная частота уменьшается, и человек воспринимает такое мерцание как непрерывный свет. Измеряется частота слияния мерцаний в герцах.

Метод рефлексометрии заключается в том, что работник нажимает на ключ устройства (или отпускает нажатую кнопку) в ответ на действие определенного раздражителя (свет, звук). Время от начала действия раздражителя до ответной реакции регистрируется секундомером и характеризует состояние возбуждения высших отделов мозга. Изучают время простой реакции и время реакции распознавания и выбора. Простая реакция – это реакция на один известный сигнал. Реакция выбора – это реакция на один из двух или нескольких сигналов. При этом на каждый сигнал человек должен реагировать определенным действием.

Время реакции на раздражитель колеблется в течение рабочей смены и является статистической величиной. Увеличение его свидетельствует о снижении работоспособности, а в состоянии высокой работоспособности он уменьшается, однако никогда не может быть меньше определенной физиологической границы.

Достаточно информативными для оценки работоспособности не только при физической, но и умственной и нервно-напряженной работе являются показатели мышечной силы и выносливости. Для их измерения используются методы динамометрии. Работник делает несколько максимальных нажатий на ручку динамометра и на основе

этих данных определяется средняя величина мышечной силы. Время (в секундах) удержания 75% максимального усилия характеризует мышечную выносливость.

Точность и координация движений изучаются методом координометрии. Работнику предлагают быстро вести шуп прибора по определенной траектории, не отклоняясь от нее. Каждое отклонение фиксируется прибором. При этом учитываются время выполнения задания, общее количество ошибок и их суммарная продолжительность.

Аналогичным способом изучается тремор. В этом случае работнику предлагается в течение 2с. держать штифт в круглом отверстии, не касаясь стенок. Рука ничем не фиксируется.

Изучение состояния сердечно-сосудистой системы работников производится методом электрокардиографии, пульсометрии и измерения артериального кровяного давления.

При обработке материала путем соответствующих расчетов получают данные об ударном и минутный объем крови. При утомлении показатели артериального давления имеют тенденцию к снижению (не всегда.) Пульсовая реакция на одну и ту же нагрузку больше при значительной усталости. В этом случае замедляется и восстановление частоты пульса.

Функциональное состояние органов дыхания человека в процессе труда оценивается по ритму, частоте и глубине дыхательных движений, а также путем определения жизненной емкости легких, минутного объема дыхания, максимальной легочной вентиляции. С этой целью используют такие методы, как пневмография и спирометрия.

Дыхательный объем, жизненную емкость легких определяют с помощью спирометра. Расчетным методом определяют минутный объем дыхания. По показателям газообмена и потреблению кислорода можно рассчитать затраты энергии на выполнение работы. Однако эти методы достаточно сложны и на производстве почти не используются.

Самыми доступными методами изучения работоспособности человека в производственных условиях являются тестовые методики. С помощью специальных тестов изучают свойства нервных процессов (возбуждения и торможения) и психические функции – показатели внимания, памяти, восприятия, эмоционального напряжения.

Кроме объективных методов оценки работоспособности методом опроса изучается субъективное состояние работников, в процессе которого они дают оценку утомления в баллах: нет утомления – 0, легкое – 1, среднее – 2, сильное – 3, очень сильное – 4 балла.

В процессе труда работоспособность не является стабильной, подвергается изменениям, соответствующим различным фазам. Физиологические рациональный внутрисменный режим труда и отдыха способствует стабилизации уровня работоспособности, повышению производительности труда в течение всей рабочей смены и, в итоге, сохранению здоровья работников.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

**Работа 17.** Определение уровня физиологического состояния человека методом регрессии

**Содержание работы.** Для определения уровня физиологического состояния (УФС) обычно применяют велоэргометр. Испытуемый крутит педали, а приборы измеряют работу, проделанную им, регистрируют показатели деятельности органов дыхания, кровообращения, определяют интенсивность обмена веществ.

Сопоставление проделанной работы с полученными физиологическими показателями и изучение способности организма возвращаться в исходное состояние после нагрузки являются надежными показателями для определения уровня физиологического состояния человека в лабораторных условиях. Исследования с учетом возраста, пола, роста и массы тела испытуемых позволили установить определенную зависимость УФС от работы сердечно-сосудистой системы и найти относительно простую формулу, позволяющую определить этот уровень, не пользуясь велоэргометром. Для этого пришлось обратиться к методам статистики, известным под названием метода регрессии. Математическое выражение УФС человека имеет следующий вид:



$$\text{УФС} = \frac{70 - 2\text{ЧСС} - 2,5\text{СКД} - 2,7\text{А} + 0,28\text{М}}{350 - 2,6\text{А} + 0,21\text{Р}},$$

где ЧСС – частота сердечных сокращений (число сокращений в 1 мин); СКД – среднее кровяное давление, мм. рт. ст., которое рассчитывается по формулам Хикэма или Вецлера и Богера; А – возраст, годы; М – масса тела, кг; Н – рост, см.

Полученные данные оценивают по табл.18.

Таблица 18

Оценка уровня физиологического состояния человека

УФС человека	Шкала регрессии	
	для мужчин	для женщин
Низкий	0,225-0,375	0,157-0,260
Ниже среднего	0,376-0,525	0,261-0,365
Средний	0,526-0,675	0,366-0,475
Выше среднего	0,676-0,825	0,476-0,575
Высокий	≥0,826	≥ 0,576

### Контрольные вопросы

1. Чем отличается работа сердца тренированного человека от работы сердца нетренированного человека?

2. Сформулируйте понятия «утомление» и «работоспособность».

#### Работа 18. Определение работоспособности человека косвенными методами

В качестве меры работоспособности при физической нагрузке используют показатель максимального потребления кислорода (МПК). При определении МПК прямым методом основным критерием является стабилизация потребления кислорода, несмотря на дальнейшее «ступенеобразное» повышение нагрузки. Для получения достоверных значений МПК необходимо провести не менее четырех – пяти измерений при разных значениях нагрузки и по возможности получить данные при максимальной нагрузке (на практике такая задача оказывается трудновыполнима).

Опытным путем установлено, что с увеличением нагрузки пропорционально потреблению кислорода увеличивается и частота сердечных сокращений (ЧСС). Эту зависимость учитывает метод Фокса, позволяющий косвенным путем, по изменению ЧСС, при двух нагрузках прогнозировать величину МПК.

**Ход работы.** Студенты делятся на испытуемых и экспериментаторов. Вначале измеряют артериальное давление (АД), регистрируют ЧСС в состоянии покоя. Затем проводят серию дозированных физических нагрузок (степ-тест). Первая нагрузка – подъемы на ступеньку высотой 0,4 м 20 раз за 2 мин. После этого измеряют ЧСС через каждую минуту после каждой из двух дозированных физических нагрузок. Вторая нагрузка – после восстановления АД и ЧСС до исходного (фоновое) уровня, т.е. через 5 – 10 мин после первой нагрузки. Вторая нагрузка – 40 подъемов на ступеньку высотой 0,4 м за 2 мин.

Максимальную работоспособность определяют по формуле Фокса:

$$\text{МПК} = 6,3 - 0,01926\text{ЧСС}_{(150)},$$

где  $\text{ЧСС}_{(150)} = \text{ЧСС}_{(0)} - 150(\text{ЧСС}_{(2)} - \text{ЧСС}) / (\text{N}_{(2)} - \text{N}_{(1)})$ ,

$\text{ЧСС}_{150}$ , – число сердечных сокращений в минуту при мощности нагрузки 150 Вт;  $\text{ЧСС}_{(0)}$  – число сердечных сокращений в минуту в течение 2 мин в покое;  $\text{ЧСС}_{(1)}$  и  $\text{ЧСС}_{(2)}$  – число сердечных сокращений в первую минуту соответственно после первой и второй дозированных нагрузок;  $\text{N}_{(1)} - \text{N}_{(2)}$  – мощности на преодоление 1-й и 2-й нагрузок, Вт.

Мощность определяют по формуле:

$$N = 0,218nMH,$$

где  $n$  – число подъемов на ступеньку в минуту;  $M$  – масса тела испытуемого, кг;  
 $H$  – высота ступеньки, м.

### **Контрольные вопросы**

1. Постройте графики восстановления ЧСС после первой и второй нагрузок. В чем их различия?
2. Сравните показатели работоспособности испытуемых при физической нагрузке.

**Работа 19.** Определение физической выносливости у человека путем расчета кардиореспираторного индекса в модификации Н. Н. Самко

**Содержание работы.** Системы кровообращения и дыхания человека относятся к наиболее интенсивно работающим в процессе физических и нервно-психических нагрузок. Поэтому многие показатели этих систем широко используются для тестирования физической выносливости и тренированности у человека, в частности, кардиореспираторный индекс системы (КРИС), который включает семь параметров.

**Ход работы.** КРИС можно определить на протяжении трех фаз деятельности человека при физической работе – динамической, динамической и восстановительной.

Динамическая фаза соответствует 10-минутному отдыху, динамическая фаза – дозированной физической нагрузке величиной порядка 20 кДж, а восстановительная фаза определяется временем, необходимым для возвращения КРИС в исходный уровень.

Студенты делятся на исследуемых и экспериментаторов. У испытуемого последовательно измеряют АД (систолическое и диастолическое) сфигмоманометром. Затем с помощью этого же прибора определяют максимальное давление выдоха, для чего испытуемый берет в рот резиновую трубку сфигмоманометра и через нее делает максимальный выдох. С помощью спирометра определяют жизненную емкость легких, с помощью секундомера подсчитывают частоту сердечных сокращений за 10 с. и время максимальной задержки дыхания. Все измерения следует проводить быстро и четко. Далее КРИС рассчитывают по формуле:

$$\text{КРИС} = \frac{\text{ЖЕЛ} + \text{МДВ} + \text{МЗД} + \text{В}}{\text{СД} + \text{ДД} + \text{ЧСС}},$$

где ЖЕЛ – жизненная емкость легких (за единицу измерения принимают 100 мл объема); МДВ – максимальное давление выдоха, мм рт. ст.; МЗД – максимальная задержка дыхания после спокойного вдоха, с; В – возраст, число полных лет; СД – систолическое давление, мм рт. ст.; ДД – диастолическое давление, мм рт. ст.

### **Контрольные вопросы**

1. Рассчитайте величины КРИС в разных фазах физической деятельности.
2. Какой вывод об уровне физической выносливости можно сделать?

**Работа 20.** Оценка работоспособности человека при выполнении работы, требующей внимания

**Содержание работы.** О работоспособности человека можно судить по показателям трудовой деятельности (количество и качество выполняемых в единицу времени трудовых операций). Для исследования работоспособности нередко используют показатели функционального состояния организма, характеризующие потенциальные возможности

человека совершать тот или иной вид профессиональной деятельности. В данной работе моделируется один из видов умственного труда – деятельность корректора.

**Ход работы.** Студенты образуют группы по три человека. Экспериментаторы определяют у испытуемого остроту зрения, частоту пульса и дыхания, оценивают устойчивость и переключаемость внимания. Результаты заносятся в таблицу (табл. 19). Затем испытуемому предлагается корректурная таблица. Продолжительность работы 10 мин. В течение каждой минуты испытуемый по заданию экспериментатора отыскивает в таблице разные буквы (на первой минуте – «н», на второй – «и» и т.д.), фиксируя в памяти общее число найденных за минуту букв. Экспериментаторы прерывают работу испытуемого в конце каждой минуты, отмечая цифрами на корректурной таблице моменты остановок и занося в тетрадь количество найденных испытуемым букв за минуту работы. Просмотрев всю таблицу до конца, испытуемый вновь возвращается к ее началу и работает так до истечения 10 мин. Результаты деятельности испытуемого сводятся в таблицу (табл. 20).

Таблица 19

Показатели функционального состояния испытуемого		
Показатель	Значения показателей	
	до работы	после работы
Острота зрения		
Частота сердечных сокращений		
Частота дыхания		
Устойчивость внимания		
Переключаемость внимания		

Таблица 20

Результаты трудовой деятельности испытуемого					
Минуты работы	Заданная буква	Количество букв		Ошибка (разность между должным и найденным числом букв)	Общее число знаков, просмотренных за 1 мин
		найденных за минуту	должных		
1-я					
2-я					
3-я					
...					
10-я					

#### Контрольные вопросы

1. Назовите виды профессиональной деятельности, требующей повышенной работоспособности.
2. Что такое утомление?
3. Какие способы восстановления работоспособности вам известны?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альманах психологических тестов. – М. – КСП. – 1996. – 400 с.
2. Барабанщиков В.А. Восприятие и событие. СПб. Алетейя. – 2002. – 512 с.
3. Батаршев А.В. Базовые психологические свойства и самоопределение личности: Практическое руководство по психологической диагностике. – СПб. Речь. – 2005. – 208 с.
4. Большаков А. М. Руководство к лабораторным занятиям по общей гигиене. – М.: Медицина. – 2004. – 165 с.
5. Восстановительная медицина / Под ред. В.Г. Лейзермана. Ростов н/Д, Феникс. – 2008. – 411 с.
6. Гигиена труда и состояние здоровья работников при производстве минеральных вяжущих строительных материалов. / В.М. Ретнев, Л.Е. Дедкова, Ф.А. Иванова, Ю.А. Петрук. – СПб. Издательский дом. СПб МАПО. – 2003. – 112с.
7. Гигиена: учебник. – 2-е изд., перераб. и доп./ Под ред. акад. РАМН Г.И. Румянцев. – М: ГЭОТАР-МЕЦ, – 2001. – 608 с.
8. Григорович Е.С. Производственная гимнастика для работников основных групп умственного труда: метод. рекомендации. / Е.С. Григорович, А.М. Трофименко, И.Н. Малуха. Мн.: МГМИ. – 2000. – 39 с.
9. Данилова Н.Н. Психофизиологическая диагностика функциональных состояний: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ. – 1992. – 192с.
10. Диагностики эмоционально-нравственного развития. / Ред. и сост. И.Б. Дерманова. – СПб. Издательство «Речь». – 2002. – 176 с.
11. Занько Н.Г. Физиология человека. Методы исследования функций организма: лабораторный практикум. – СПб. ЛТА. – 2003. – 36с. Занько Н.Г., Ретнев В.М. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: учебник. – М.: Академия. – 2004. – 288 с.
12. Занько Н.Г., Ретнев В.М. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: учебник. – М.: Академия. – 2004. – 288с.
13. Занько Н.Г., Рыкованов В. А. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности. Гигиена труда работников и охрана здоровья работников. – СПб. ЛТА. – 2003. – 46с.
14. Занько Н.Г., Ретнев В.М. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности. учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. / М.: Издательский центр «Академия». – 2005. – 256с.
15. Зимняя И.А. Педагогическая психология. - М.: Логос. – 2004. – 384 с.
16. Измеров Н. Ф., Каспаров А. А. Медицина труда. Введение в специальность: учеб. пособие. – М.: Медицина. 2002. – 392с.
17. Ишков А.Д. Учебная деятельность студента: психологические факторы успешности. – М.: Издательство АСВ. – 2004. – 224 с.
18. Б. А. Канцельсон Оценка риска как инструмент социально-гигиенического мониторинга. – Екатеринбург: Палитра. – 2001. – 114с.
19. Карвасарский Б.Д. Медицинская психология. – Ленинград: «Медицина». – 1982. – 272 с.
20. Кухта Ю.С. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности. – Новосибирск. – 2005. – 232с.
21. Макаров В.А. Физиология. Основные законы, формулы, уравнения. – М.: ГЭОТАР-МЕД. – 2001. – 112 с.
22. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Методические указания для студентов дневного отделения. / Сост. В.А. Басуров; Науч. ред. ДБ. Гелашвили. – Н. Новгород: ИНГУ. – 2003. – 53 с.
23. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: учеб. пособие./ Сост. Е.Н. Гончарова, Б.А. Храмов, В.В. Янишин, О.А. Рыбка. – Белгород: Изд – во БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2005. – 180с.
24. Общая гигиена: учеб. пособие. / А.М. Большаков, В.Г. Маймулов [и др.]. – 24е

изд., доп. и перераб. – 2009. – 832с.

25. Окружающая среда и здоровье: подход к оценке риска. Щербо А.П., Киселев А.В., Некриенко К.В. и др. – СПб. СПб МАЛО. – 2002. – 376с.

26. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. / Под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: ФЦГСЭН РФ. – 2004. – 32с.

27. Практикум по психологии состояний: Учебное пособие. / Под ред. проф. О.А. Прохорова. – СПб: Речь. – 2004.– 480с.

28. Профессиональный риск для здоровья работников: руководство. / Под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. – М.: Тровант. – 2003. – 448с.

29. Профессиональный риск: Справочник. / Под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. – М.: Соц. издат. – 2001. – 276с.

30. Руководство к практическим занятиям по гигиене труда: учеб. пособие для вузов./ Под ред. В.Ф. Кириллова.– М.: Медицина. – 2008. – 416с.

31. Руководство о порядке проведения предварительных и периодических медицинских осмотров работников и медицинских регламентах допуска к профессии. / Под ред. В.М. Ретнева, Н.С. Шляхецкого. – СПб. СПб МАПО. – 2001. – 360с.

32. Руководство Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (утв. Главным государственным санитарным врачом России 29.07.05). Дата введения: 1 ноября 2005 г.

33. Сысоев В.Н. Тест Ландольта. Диагностика работоспособности. – СПб. – 2000. – 32с.

34. Смулевич А.Б. Депрессии в общемедицинской практике.– М. – 2000. – 160с.

35. С.С. Степанов Диагностика интеллекта методом рисуночного теста. – М.: Медицина. – 1996. – 93с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

*Хронометраж рабочего дня прядильщицы прядильного цеха*

*Начало наблюдения – 5 ч 40 мин. Конец – 14 ч 00 мин. Продолжительность – 8 ч. Смена – 1.*

*Комплект – 4. ФИО – Захарова Валентина Федоровна. Возраст работницы – 32 года. Стаж работы – 16 лет.*

№	Операция	Число случаев	Время на один случай, с	Общее время, мин	% загруженности к 8 часам	Психофизиологические требования
<b>Основная работа</b>						
1	Ликвидация простого обрыва нити	17 4	3,1	88,6	18,5	Напряжение внимания, зрения, осязательно и зрительно-двигательная координация рук, чувствительность пальцев, быстрота реакции, устойчивость внимания
2	Ликвидация усложненного обрыва нити	10 6	7,0	12,3	2,6	То же
3	Чистка бегунка	26	2,5	1,1	0,2	»
4	Смена бегунка	5	5,0	0,4	0,1	»
5	Подставка ровницы с подрывом	12 8	7,4	15,8	3,3	То же в сочетании с незначительными физическими усилиями
6	Подставка с заправкой рогоулек	81	7,2	9,7	2,0	То же
7	Обрыв ровницы	18	4,2	1,3	0,3	Быстрота реакции, зрительно-двигательная координация рук
8	Сматывание	12	2,3	4,8	1,0	То же
Итого				134,	28	
<b>Уход за оборудованием 1</b>						
9	Чистка мычкоуловителем проволокой	3	3,5	0,2	0,04	Незначительные физические усилия в сочетании с напряжением зрения. Физические усилия средней тяжести, напряжение внимания, зрения, зрительно-двигательной координации обеих рук
10	Чистка мычкоуловителей руками	89	3,3	4,9	1,0	То же
11	Чистка верхних очистительных валиков с выниманием	28	2,7	1,3	0,3	»
12	То же, без вынимания	6	3,3	0,3	0,1	»

<i>Продолжение приложения 1</i>						
13	Чистка цилиндров с расстегиванием крючка	2	35,0	1,1	0,2	»
14	То же, без расстегивания крючка	26	12,3	5,3	1,1	»
15	Чистка эластичных валиков с выниманием	8	12,8	1,7	0,4	То же, с незначительными физическими усилиями
16	То же, без вынимания	16	5,3	1,4	0,3	То же, с незначительными усилиями
17	Чистка ремешков и крестиков	5	74,8	6,2	1,3	Тоже
18	Обмашка вытяжного аппарата	5	24,2	2,0	0,4	»
19	Чистка бруса гонялкой	20	25,9	8,6	1,8	»
20	Чистка доски суконкой	6	39,0	3,9	0,8	»
21	Обмашка низка машин	14	37,4	8,7	1,8	»
22	Обмашка мычкоуловителя	13	31,6	6,8	1,4	»
23	Обмашка патрубков	5	72,6	6,1	1,3	»
24	Обмашка центрального воздуховода	2	52,0	1,7	0,4	»
25	Обмашка передней части машин	3	10,0	0,5	0,1	»
26	Регулирование скоростями	5	2,0	0,1	0,02	>>
Итого				60,8	12,7	
<b><i>Вспомогательная работа</i></b>						
27	Выкладывание уваров	22	10,3	3,9	0,8	Незначительные физические усилия с напряжением внимания и зрения
28	Подметание полов	3	2,0	11,0	2,3	Тоже
29	Сматывание брачных початков	2	6,0	0,2	0,04	Незначительные физические усилия с напряжением внимания и зрения
Итого				15,1	3,14	
<i>Рабочие переходы</i>				263,1	54,6	Распределение внимания, напряжение зрения
Итого физическая загруженность				473,	98,5	
Самообслуживание		1	4	7,0	1,5	
Всего за наблюдение				480,	100	

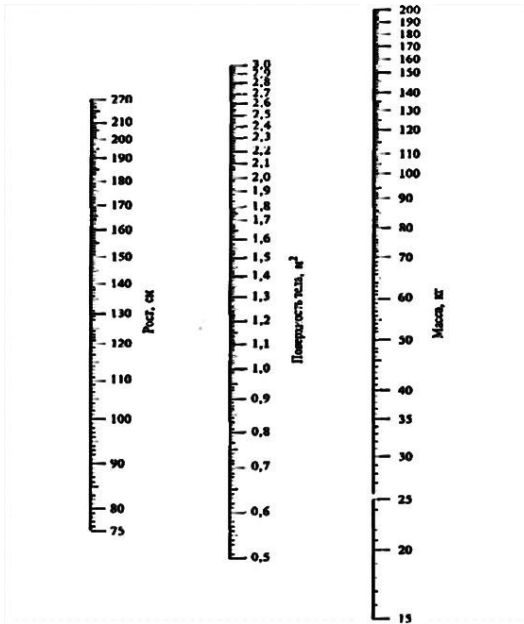
*Примечание.* В течение всей смены работа выполняется стоя с наклоном при передвижении.

Количество маршрутов – 62.

Среднее время на один маршрут – 7,7 мин. Длина пути за смену – 5,6 км.

Средняя скорость (по трем машинам) – 176 об/мин. Грузооборот за смену – 1000 кг/м.

Номограмма для определения поверхности тела по росту и массе

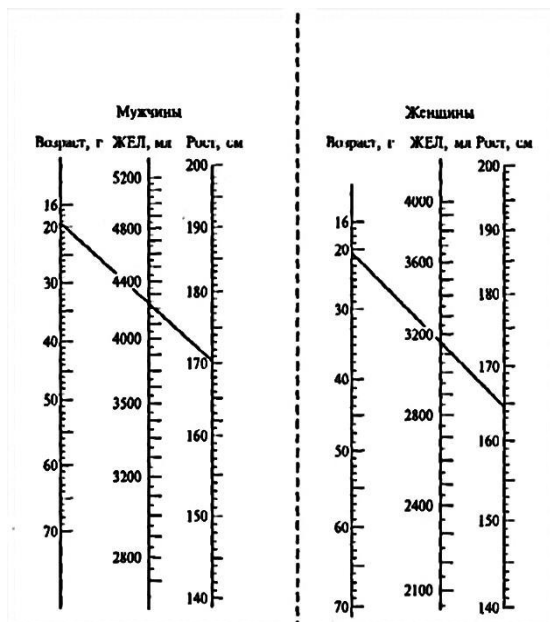


Соединить отрезком прямой соответствующие показатели левой и правой шкал. Пересечение его со средней шкалой соответствует поверхности тела



Значение энергетического эквивалента кислорода

ДК	ЭЭК	ДК	ЭЭК
0,71	4,69	0,86	4,88
0,72	4,70	0,87	4,89
0,88	4,71	0,88	4,90
0,74	4,73	0,89	4,91
0,75	4,74	0,90	4,92
0,76	4,75	0,91	4,94
0,77	4,76	0,92	4,95
0,78	4,78	0,93	4,96
0,79	4,79	0,94	4,97
0,80	4,80	0,95	4,98
0,80	4,80	0,95	4,98
0,81	4,81	0,96	5,00
0,82	4,83	0,97	5,01
0,83	4,84	0,98	5,02
0,84	4,85	0,99	5,03
0,85	4,86	1,00	5,05



Номограмма для определения жизненной емкости легких (ЖЕЛ)

Таблицы Гаррис-Бенедикта  
для определения основного обмена человека

## Фактор веса (А)

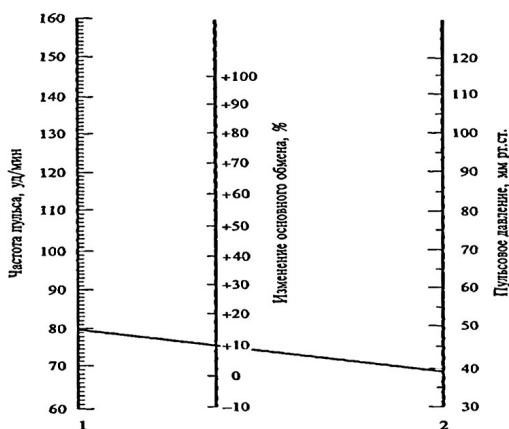
кг	ккал	кг	ккал	кг	ккал	кг	ккал	кг	ккал	кг	ккал
<b>Мужчины</b>											
3	107	20	341	37	575	54	809	71	1043	88	1277
4	121	21	355	38	589	55	823	72	1057	89	1290
5	135	22	368	39	603	56	837	73	1070	90	1304
6	148	23	382	40	617	57	850	74	1084	91	1318
7	162	24	396	41	630	58	864	75	1098	92	1332
8	176	25	410	42	644	59	878	76	1112	93	1345
9	190	26	424	43	658	60	892	77	1125	94	1359
10	203	27	438	44	672	61	905	78	1139	95	1373
11	217	28	452	45	685	62	918	79	1153	96	1387
12	231	29	465	46	699	63	933	80	1167	97	1400
13	245	30	479	47	713	64	947	81	1180	98	1414
14	258	31	493	48	727	65	960	82	1194	99	1428
15	272	32	507	49	740	66	974	83	1208	100	1442
16	286	33	520	50	754	67	988	84	1222	101	1455
17	300	34	534	51	768	68	1002	85	1235	102	1469
18	313	35	548	52	782	69	1015	86	1249	103	1483
19	327	36	562	53	795	70	1029	87	1263	104	1497
<b>Женщины</b>											
3	683	20	846	37	1009	54	1172	71	1334	88	1497
4	693	21	856	38	1019	55	1181	72	1344	89	1506
5	702	22	865	39	1028	56	1191	73	1353	90	1516
6	712	23	875	40	1039	57	1200	74	1363	91	1525
7	721	24	885	41	1047	58	1210	75	1372	92	1535
8	731	25	894	42	1057	59	1219	76	1382	93	1544
9	741	26	904	43	1066	60	1229	77	1391	94	1554
10	751	27	913	44	1076	61	1238	78	1401	95	1564
11	760	28	923	45	1085	62	1248	79	1411	96	1573
12	770	29	932	46	1095	63	1258	80	1420	97	1583
13	779	30	942	47	1105	64	1267	81	1430	98	1592
14	789	31	952	48	1114	65	1277	82	1439	99	1602
15	798	32	961	49	1124	66	1286	83	1449	100	1611
16	808	33	971	50	1133	67	1296	84	1458	101	1621
17	818	34	980	51	1143	68	1305	85	1468	102	1631
18	827	35	990	52	1152	69	1315	86	1478	103	1640
19	837	36	999	53	1162	70	1325	87	1487	104	1650

Ф фактор возраста и роста (В)

Рост, см	Мужчины					Женщины						
	21	23	25	27	29	31	21	23	25	27	29	31
151	614	600	587	573	560	547	181	171	162	153	144	134
153	624	611	597	584	570	557	185	175	166	156	148	136
155	634	621	607	594	580	567	189	179	170	160	151	141
157	644	631	617	604	590	577	193	183	174	165	155	145
159	654	641	627	614	600	587	196	187	177	167	156	148
161	664	651	637	624	610	597	200	191	181	171	162	152
163	674	661	647	634	620	607	203	195	185	175	166	156
165	684	671	657	644	630	617	207	199	189	180	170	160
167	694	681	667	654	640	627	211	203	192	183	173	164
169	704	691	677	664	650	637	215	206	196	186	177	167
171	714	701	687	674	660	647	218	210	199	190	181	171
173	724	711	697	684	670	657	222	213	203	194	185	176
175	734	721	707	694	680	667	225	217	207	197	188	179
177	744	731	717	704	690	677	229	221	211	201	192	182
179	754	741	727	714	700	687	233	223	214	204	195	186
181	764	751	737	724	710	697	237	227	218	208	199	190
183	774	761	747	734	720	707	240	231	222	212	203	193
185	784	771	757	744	730	717	244	235	226	216	207	197
187	794	781	767	754	740	727	248	238	229	219	210	201
189	804	791	777	764	750	737	-	-	-	-	-	-
191	814	801	787	774	760	747	-	-	-	-	-	-
193	824	811	797	784	770	758	-	-	-	-	-	-
195	834	821	807	794	780	768	-	-	-	-	-	-
197	844	831	817	804	790	778	-	-	-	-	-	-
199	854	841	827	814	800	788	-	-	-	-	-	-

Приложение 7

Номограмма для расчета уровня основного обмена (по Риду)



*Для заметок*

Подписано в печать 21.10.2019 г.  
Формат 60x84/16 Печ.л. 3,75 Усл. печ. л. 3,49  
Заказ 543/8928 Тираж 80 экз.

Московский государственный технический университет ГА  
*125993 Москва, Кронштадтский бульвар, д.20*

Отпечатано ООО «МИР»  
*394033, г. Воронеж, Ленинский пр-т 119А, лит. Я, оф. 215*  
*Тел.: 8 (958) 649-53-31 Email: 89586495331@mail.ru*