

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

---

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Омский государственный технический университет»

В. С. Сердюк, А. М. Добренко, Ю.С. Белоусова

**Эргономические основы  
безопасности труда**

Учебное пособие

Омск  
Издательство ОмГТУ  
2018

УДК 331.101.3:189.9(075)

ББК 30.17я73

С 32

Рецензенты:

Д. С. Алешков, канд. тех. наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный  
автомобильно-дорожный университет»;

Ковалев С.А., канд. техн. наук, доцент, завкафедрой  
«Безопасность жизнедеятельности и гражданской обороны»  
ФГБОУ ВО «Омский государственный университет  
им. Ф.М. Достоевского»

**Сердюк В. С.**

С 32    Эргономические основы безопасности труда: учеб.пособие /  
В.С.Сердюк, А.М. Добренко, Ю.С. Белоусова;  
Минобрнауки России, ОмГТУ-  
Омск: Издательство ОмГТУ 2018

ISBN 978-5-8149-2295-3

В учебном пособии рассмотрены задачи эргономики и методы, используемые в эргономических исследованиях. Проанализирован комплекс вопросов, связанных с трудовой деятельностью человека. Оценены психофизиологические особенности человека в процессе труда, используемые при проектировании и использовании технологических процессов. Даны рекомендации по проектированию и эксплуатации оборудования, оснастки инструмента с учетом требований безопасности труда и эргономических критериев.

Учебное пособие предназначено студентам очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 20.03.01 – Техносферная безопасность, по программе бакалавриата «Безопасность труда» и направлению подготовки 20.04.01 – Техносферная безопасность, по программе магистратуры «Безопасность труда» занимающихся вопросами техносферной безопасности.

УДК 331.101.3:189.9(075)

ББК 30.17я73

*Печатается по решению редакционно-издательского совета*

*Омского государственного технического университета*

ISBN 978-5-8149-2295-3

© ОмГТУ, 2018

## Оглавление

Введение.....	5
1. ИНФОРМАЦИОННАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ.....	6
1.1. УМСТВЕННЫЙ ТРУД.....	6
1.1.1. Классификация видов трудовой деятельности.....	6
1.1.2. Утомление и его причины. Восстановление.....	9
1.1.3. Работоспособность и ее динамика .....	11
1.1.4. Рациональные режимы труда и отдыха.....	14
1.1.5. Методы борьбы с монотонностью труда.....	17
1.2. ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕЛОВЕКА.....	19
1.2.1. Психология в проблеме безопасности.....	19
1.2.2. Влияние психического состояния на возникновение несчаст-	
ных случаев.....	22
1.2.3. Надежность оператора.....	29
1.2.4. Влияние режимов работы оператора на появление оши-	
бок.....	31
1.2.5. Факторы, влияющие на надежность оператора.....	32
1.2.6. Показатели надежности.....	36
1.2.7. Мотивы и цели деятельности.....	38
1.3. ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ОТОБРАЖЕНИЯ	
ИНФОРМАЦИИ.....	41
1.3.1. Классификация средств отображения информации (СОИ).....	41
1.3.2. Требования к стрелочным и шкальным индикаторам.....	43
1.3.3. Требования к СОИ на электронно-лучевых трубках.....	45
2. БИОФИЗИЧЕСКАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ.....	48
3. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ.....	49
3.1. БИОМЕХАНИКА ПОЗЫ СИДЯ.....	49
3.2. РАБОТА СТОЯ.....	53
3.2.1. Легкая физическая работа, выполняемая на месте.....	53
3.2.2. Тяжелая физическая работа.....	56
3.2.3. Ходьба. Требования к обуви.....	58
3.2.4. Передвижение по лестницам и пандусам.....	59
3.2.5. Перенос и передвижение тяжестей.....	60
3.3. ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНАМ УПРАВЛЕНИЯ.....	62
3.3.1. Учет силовых особенностей организма человека.....	62
3.3.2. Скорость и направление рабочих движений.....	64
3.3.3. Временные характеристики выполнения рабочих движе-	
ний.....	67
3.3.4. Классификация органов управления (ОУ).....	71
3.3.5. Требования к ручным органам управления.....	72

3.3.6. Требования к ножным органам управления.....	74
4. ПРОСТРАНСТВЕННО–АНТРОПОМЕТРИЧЕСКАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ.....	77
4.1. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА.....	77
4.1.1. Информационное и моторное поле.....	78
4.1.2. Размеры и конструкция рабочих кресел.....	80
4.1.3. Рабочая поверхность.....	84
4.1.4. Требования к пультам управления.....	85
5. ТЕХНИКО-ЭСТЕТИЧЕСКАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ.....	87
5.1. ЭСТЕТИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ И ЭСТЕТИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ.....	87
5.2. ОСНОВЫ КОМПОЗИЦИИ.....	88
5.2.1. Категории композиции.....	89
5.2.2. Свойства и качества композиции.....	89
5.2.3. Средства композиции.....	91
5.3. ОСНОВЫ ЦВЕТОВЕДЕНИЯ.....	92
5.3.1. Действие цвета на человека.....	92
5.3.2. Теории использования цвета.....	94
5.3.3. Факторы, влияющие на выбор цветового решения.....	95
5.4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРЬЕРА....	96
6. ЭРГОНОМИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА.....	101
6.1. МЕТОДЫ И ПОКАЗАТЕЛИ ЭРГОНОМИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ.....	101
6.2. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЭРГОНОМИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ.....	102
Заключение.....	104
Библиографический список.....	105

## ВВЕДЕНИЕ

*Эргономика является областью знаний, изучающей трудовую деятельность человека в системе «человек – техника – среда» (СЧТС) с целью я ее эффективности и безопасности.*

Эргономика (по-гречески «эрго» - работа) трактуется как дисциплина, изучающая человека и его деятельность в условиях производства с целью оптимизации орудий, условий и процессов труда.

Эргономика это по сути научный комплекс, образованный большим числом научных дисциплин: социологии, психологии, педагогики, гигиены, физиологии, экономики, охраны труда, технической эстетики, технических дисциплин. Эти дисциплины, базируются на основополагающих принципах математики, информатики и других теоретических дисциплин, изучающих с различных точек зрения те или иные компоненты труда.

Проблемы рассматриваемые эргономикой вытекают из изменений в характере труда, недостаточной эффективности существующих технологий, что ведет к росту нервно-психических и соматических заболеваний, и, значит, увеличению травм и профессиональных заболеваний.

Главные цели эргономики состоят в следующем:

- повышение эффективности и гуманности труда;
- повышение безопасности и охраны труда человека в системе СЧТС;
- обеспечение условия для развития личности в процессе труда.

Эти цели определяют теоретические и практические задачи эргономики.

Главной из теоретических задач является формирование системы основных понятий, разработка концепций для эргономического проектирования и обеспечения создания и эксплуатации производительных систем.

Значительной практической задачей решаемой эргономикой является учет «человеческого фактора», т.е. разработка антропометрических, биомеханических, гигиенических, инженерных и социально-психологических, а так же многих других нормативов для проектирования, оценки и эксплуатации рабочего места, квалификации работников, содержания технологий и других аспектов труда.

*Предметом эргономики является область труда во всей его сложности и многообразии. Работник является системообразующим фактором труда, взаимодействующим с материально-техническим, технологическим и другими компонентами трудовой системы.*

В учебном пособии рассмотрены информационные, энергетические, антропометрические возможности человека.

## 1. ИНФОРМАЦИОННАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

*Информационная совместимость* заключается в том, что информационная модель должна соответствовать психофизиологическим возможностям человека.

Средства отображения информации (СОИ) и органы управления (ОУ) есть так называемая информационная модель машины (комплекса), через которую оператор осуществляет управление самыми сложными системами.

Задача эргономики состоит в том, чтобы обеспечить создание такой информационной модели, которая отражала бы все нужные характеристики машины в данный момент и в то же время позволяла бы оператору безошибочно принимать и перерабатывать информацию, не перегружая его внимание и память. Это очень сложная задача. От ее решения зависят безопасность, точность, качество, производительность труда оператора.

### 1.1. УМСТВЕННЫЙ ТРУД

#### 1.1.1. Классификация видов трудовой деятельности

Виды трудовой деятельности разделяются на физический и умственный труд.

*Физический труд* отличается наибольшей нагрузкой на опорно-двигательный аппарат и системы организма обеспечивающие его работу (сердечно-сосудистую, нервно-мышечную и т. д.). Физический труд задействует мышечную систему и активизирует обменные процессы, но характеризуется низкой производительностью и необходимостью длительного отдыха вследствие высокого напряжения физических сил.

*Умственный труд* – связан с приемом и переработкой получаемой информации, требует активного функционирования сенсорного аппарата, а так же психических процессов внимания, мышления, памяти, эмоции. Для такого вида труда характерна гипокинезия, т. е. недостаточность двигательной активности человека, которая приводит к снижению реактивности организма и повышению эмоционального напряжения. Недостаточная физическая активность является одной из причин формирования сердечно-сосудистой патологии у лиц интеллектуального труда. Длительная умственная нагрузка связана с психоэмоциональным перенапряжением и характеризуется кратковременным ухудшением функций внимания, памяти, восприятия (увеличивается количество ошибок).

В физиологии трудовой деятельности различают следующие формы труда:

- 1) формы труда, связанные со значительной мышечной нагрузкой (тяжелый физический труд);
- 2) механизированные формы труда;
- 3) полуавтоматическое и автоматическое производство;
- 4) конвейерные виды трудовой деятельности;
- 5) формы труда, связанные с дистанционным управлением;
- 6) интеллектуальные формы труда.

Рассмотрим подробнее виды трудовой деятельности.

*1. Тяжелый физический труд.* Требуется систематической мышечной активности. Для достижения высокой производительности необходимо максимальное напряжение физических сил, с обязательным вынужденным перерывом для отдыха время которого достигает 50 % общего рабочего времени. Возможно развитие гипертрофии мышц за счет одностороннего развития мышечной системы.

*2. Механизированные формы труда.* Характерны сниженными мышечными нагрузками и усложнением программы действия, при этом возрастает нагрузка на мелкие группы мышц, увеличиваются требования к точности и скорости движения. В мелкосерийном производстве растет скорость работы в условиях многократной повторяемости рабочих операций. В крупносерийном производстве преобладает фактор монотонности за счет упрощения двигательной функции. Это приводит к утомлению психических процессов (рассеивается внимание, снижается возбудимость анализаторов, замедляется скорость реакции) и быстро наступает утомление. В то же время обслуживание механизмов требует знания их конструкции, определенной умственной нагрузки.

*3. Полуавтоматическое и автоматическое производство.* При полуавтоматическом производстве человек не принимает участия в обработке предмета труда. Его роль ограничивается обслуживанием машины: подать материал для обработки, пустить в ход механизм, извлечь обработанную деталь. Характерные черты этого вида труда - монотонность, утрата творческого начала.

Полная автоматизация резко меняет взаимоотношения человека и машины. Теперь человек становится наладчиком, обеспечивает бесперебойную работу агрегата. Обслуживание автоматов, роботов и манипуляторов требует весьма высокой квалификации. Умственная деятельность, высокая психоэмоциональная напряженность в сочетании со знанием наладки оборудования характеризуют данный вид труда.

*4. Конвейерные виды трудовой деятельности.* Для высокой эффективности конвейера двигательные функции работника максимально упрощаются. Со-

четание монотонности труда, низкой двигательной активности и упрощенного содержания работы приводит к быстрому нервному истощению и преждевременной усталости.

5. *Формы труда, связанные с дистанционным управлением.* С физиологической точки зрения представляется целесообразным различать две основные формы управления производственным процессом на расстоянии. В одних случаях дистанционное управление требует частых активных действий работника, в других — редких. Такая классификация выделяет два функциональных состояния человека: в первом случае непрерывное внимание работника получает разрядку в многочисленных движениях или речедвигательных актах, во втором — работник находится главным образом в состоянии готовности к действию, его реакции малочисленны.

6. *Интеллектуальный труд (умственный).* Подразделяется на операторский, управленческий, труд медработников, труд преподавателей, учащихся, студентов, творческий труд. Указанные виды трудовой деятельности отличаются по организации трудового процесса, равномерности нагрузки, степени эмоционального напряжения

Отличительными особенностями операторского труда являются повышенная ответственность за результат деятельности и как следствие нервно-психическое перенапряжение. Яркий пример такого рода деятельности труд авиадиспетчера, который характеризуется переработкой большого количества информации за короткий промежуток времени и повышенной нервно-эмоциональной напряженностью.

Чрезмерным ростом информации в условиях дефицита времени для ее переработки, высокой личной ответственностью за принятое решение, необходимостью решения периодически возникающих конфликтных ситуаций характеризуется труд руководителя.

Труд медработников, преподавателей и работников социальной сферы отличается постоянными контактами с людьми, повышенной ответственностью, в совокупности с дефицитом времени и информации для принятия решения, обуславливает высокую степень нервно-психического напряжения.

Труд учащихся, студентов требует напряжения основных психических функций, таких как мышление, внимание, память, восприятие, так же периодическим наличием стрессовых ситуаций (экзамены, зачеты).

Наиболее сложная форма трудовой деятельности, требующая значительного объема памяти, внимания, — это творческий труд. Труд научных работников, конструкторов, писателей, композиторов, художников, архитекторов приводит



к значительному повышению степени нервно-эмоционального напряжения. При этом возможны реакции со стороны вегетативных функций (повышение кровяного давления, частоты сердечных сокращений, изменения на электрокардиограмме, увеличение лёгочной вентиляции, повышение температуры тела и другие.

### **1.1.2. Утомление и его причины. Восстановление**

**Утомление** – это состояние, вызываемое тяжелой работой и связанное с понижением работоспособности.

Оно может быть физическим (мышечным) или нервно-психическим (центральным). Обе формы утомления сочетаются при тяжелой работе и их нельзя строго разделить одну от другой. Тяжелая физическая работа приводит в первую очередь к мышечному утомлению, а усиленная умственная или монотонная физическая работа вызывает утомление центральной нервной системы. Следует провести четкое разграничение между утомлением и усталостью, обусловленной потребностью в сне.

**Восстановление** – процесс, начинающийся, когда работа прерывается, снижается по напряженности или изменяется по характеру. Оно приводит к снижению утомления и повышению работоспособности.

**Физическое утомление** развивается вследствие таких изменений в скелетных мышцах, как опустошение запасов энергии и накопление молочной кислоты, что понижает работоспособность. Во время фазы восстановления, следующей за физической работой, запасы энергии возобновляются, а молочная кислота удаляется.

**Нервно-психическое утомление** ведет к снижению трудоспособности в следствии нарушений центральной нервной регуляции. Отмечаются такие проявления как снижение скорости мыслительных функций и процессов решения задач замедленная передача информации, ослабление сенсорного восприятия и сенсомоторной функции. Следствием такого утомления бывает отвращение к работе и сниженная работоспособность, иногда при этом возникает депрессия, беспричинная тревога или пониженная активность, а также раздражительность и эмоциональная лабильность.

Физиологически развитие утомления показатель того, что внутренние резервы организма истощились и организм переходит на менее выгодные способы функционирования систем: со стороны сердечнососудистой системы: увеличение частоты сердечных сокращений вместо увеличения ударного объема для поддержания минутного объема кровотока, мышечная система: сила со-

кращений мышечных групп снижается, тогда как количество двигательных реакций увеличивается. Эти изменения ведут к нарушениям устойчивости вегетативных функций, снижению скорости и силы мышечного сокращения, процесс вырабатывания и торможения условных рефлексов затрудняется. Как следствие нарушаются точность, ритмичность и координации движений и в целом замедляется темп работы,.

По мере того, как утомление нарастает происходят изменения в протекании различных психических процессов, так например снижается скорость реакции – увеличивается время простой сенсомоторной реакции и реакции выбора. Однако может наблюдаться и парадоксальное (на первый взгляд) увеличение скорости ответов, сопровождаемое ростом числа ошибок. Утомление ведет к нестандартному выполнению сложных двигательных навыков заключающиеся в некоординированной реализации отдельных моторных стереотипов. Наиболее характерным проявлением утомления является нарушение внимания –объем внимания сужается, происходит неконтролируемое переключение внимания на раздражители, снижается концентрация. Это симптомы проявления нарушения процессов сознательного контроля за выполнением деятельности, характеризуются неадекватными изменениями направленности, избирательности деятельности и координации отдельных действий. Могут проявляться в сужении объема внимания, в его неустойчивости (отвлекаемость на побочные раздражители).

Проявление признаков утомления говорит о том, что средства, которые направлены на поддержания эффективной деятельности на заданном уровне (по количественным и качественным показателям) недостаточны. Для восстановления оптимального уровня работоспособности необходимо исключить деятельность вызвавшую утомление на достаточный период времени в сочетании с пассивным и активным видами отдыха. В случае, если продолжительность периодов отдыха, их эффективность недостаточна, возможно накопление утомления.

Первыми симптомами хронического утомления служат разнообразные субъективные ощущения – чувство постоянной усталости, повышенной утомляемости, сонливости, вялости и т. д. Объективные признаки на начальных стадиях его развития выражены мало. Поскольку же задача диагностики хронического утомления особенно важна на ранних этапах, то следует искать надежные индикаторы его возникновения.

Причинами, вызывающими нервно-психическое утомление, могут быть:

- 1) длительная умственная работа, требующая усиленной концентрации внимания или тонкого навыка;
- 2) тяжелый физический труд;

- 3) работа в монотонном режиме;
- 4) шум, слабое освещение и температуры, неудобные для труда;
- 5) конфликты, озабоченность или отсутствие интереса к работе;
- 6) боль и недостаточное питание.

Утомление центрального происхождения может, в отличие от мышечного, исчезать мгновенно при следующих условиях:

- 1) смена деятельности;
- 2) перемена обстановки;
- 3) возникновение тревоги при страхе или угрожающей опасности;
- 4) возобновление интереса к работе благодаря появлению новой информации;
- 5) изменение настроения.

### **1.1.3. Работоспособность и ее динамика**

Деятельность человека осуществляется благодаря двум тесно связанным способностям организма - дееспособности и работоспособности.

*Дееспособность* – это способность формировать целесообразную деятельность, она создает качественную сторону трудовой деятельности человека. Однако человек не может выполнить ни одну качественно определенную целесообразную деятельность, не может достичь ни одной намеченной цели, если при этом одновременно не включается его работоспособность.

*Работоспособность организма* – это способность к психофизиологическому действию. Действие это может заключаться в превращении одного вида энергии в другой, в преобразовании объекта из одного вида в другой, в переформулировании словесного материала и т. д. Для суждения о работоспособности операторов важно представление об изменении психологических функций человека в процессе его работы. В период вработываемости происходит активизация большинства показателей работоспособности оператора, затем их стабилизация и последующее снижение работоспособности вследствие утомления. Для сохранения работоспособности и здоровья операторов в любых условиях и режимах работы должен поддерживаться оптимальный с психофизиологической точки зрения режим труда, который во многом зависит от предела работоспособности человека.

Предел работоспособности – величина переменная. Она зависит от многих факторов: типа нервной системы, общего здоровья, мотивации, соотношения труда и отдыха, условий рабочей среды и т. д.

Изменение работоспособности во времени называют *динамикой работоспособности*. Динамика работоспособности имеет несколько стадий, или фаз. Чтобы обнаружить и оценить стадии работоспособности, применяют специальный метод построения кривой работоспособности. Этот метод широко используется в практике научной организации труда (НОТ), т. к. по особенностям кривой работоспособности можно объективно установить состояние условий труда, оценить режимы труда и отдыха и т. д.

*Кривой работоспособности* называют график изменения технико - экономических и психофизиологических показателей, по которым можно судить о количественном и качественном уровне профессиональной деятельности и функциональном состоянии исполнителя работ. Эта кривая строится так: через определенные отрезки времени (30 мин, 1 час) замеряют у исполнителя те или иные показатели его профессиональной деятельности и (или) функционального состояния организма. Для этой цели используют технико-экономические показатели – значение переработки груза или выработки за 1 час или 30 мин, время, затраченное на операцию или деталь, процент брака, а также психофизиологические показатели – пульс, кровяное давление, мышечную силу, частоту дыхания, показатели внимания, время психической реакции и т. д. Наиболее полно и точно кривая работоспособности может быть получена, когда ее строят с использованием тех и других показателей; следует иметь в виду, что направление кривой работоспособности определяется избранным показателем. Поэтому кривые могут иметь различное направление, но при этом выражают один и тот же физиологический смысл, характерный для каждой стадии (фазы) работоспособности.

Первая стадия – это состояние вработывания или состояние нарастающей работоспособности. Постепенное вхождение человека в конкретную производственную работу происходит потому, что на него оказывают влияние различные побочные факторы, имевшие место до начала рабочей смены. Эта побочная функциональная система, предшествовавшая трудовому процессу, может устойчиво занимать мозг, она не сразу, а только постепенно уступает свое место господствующего акта для основной функциональной системы, соответствующей трудовой деятельности. В это время рабочие навыки неустойчивы, непрочно, задержаны во времени, сопровождаются лишними движениями. Затем вследствие упражнения навыков в ходе работы технико-экономические показатели достигают максимального уровня, начинается следующая стадия.

Вторая стадия - состояние устойчивой работоспособности на высоком уровне. Ее характерным признаком являются высокие технико - экономические показатели. Вместе с тем здесь имеет место снижение напряженности физиологических функ-

ций, возникшее в первой стадии. Основная функциональная система приобретает значение и свойства устойчивой доминанты.

Третья стадия получила название «состояние развивающегося утомления». На этой стадии уровень технико - экономических показателей начинает снижаться, вместе с тем нарастает напряженность физиологических функций. Стадия развивающегося утомления представляет собой обостряющийся нейрофизиологический конфликт между основной и восстановительной функциональными системами.

Таким образом, в графическом изображении динамика работоспособности в течение смены представляет собой кривую с закономерными изменениями (рис. 1.1).

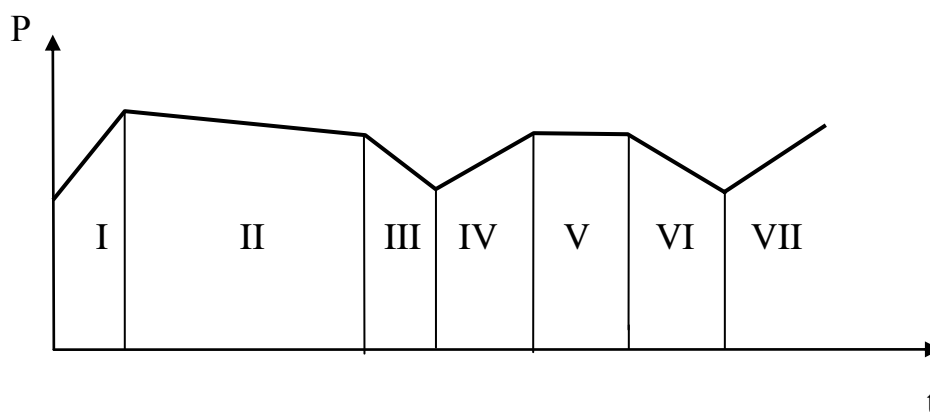


Рис. 1.1. Динамика работоспособности:

Р – работоспособность; t – время смены

I, IV - Фаза вработывания или нарастающей работоспособности.

Характеризуется тем, что повышается лабильность физиологических систем, ускоряется и повышается объем физиологических процессов. Уровень работоспособности возрастает по сравнению с исходным. Это выражается в улучшении психофизиологических показателей и результатов труда. Период длится от нескольких минут до 1,5 ч, а при умственном труде – до 2-2,5 ч.

II, V - фаза высокой, устойчивой работоспособности.

Характерно сочетание высоких трудовых показателей с относительной стабильностью или даже некоторым понижением напряженности физиологических функций.

Продолжительность может быть 2–2,5 ч и увеличиваться в зависимости от степени нервно-эмоционального напряжения, физиологической тяжести и гигиенических условий работы.

III, VI - фаза снижения работоспособности.

Падение работоспособности сопровождается понижением функциональных возможностей основных работающих органов человека. Наблюдаемое к обеду падение работоспособности проявляется в ухудшении состояния сердечно-сосудистой системы, повышении времени протекания рефлексов, снижении

внимания, появлении лишних движений, ошибочных реакций, замедлении скорости решения задач.

Динамика работоспособности повторяется после обеда. При этом фаза вработывания протекает быстрее, а фаза устойчивой работоспособности по уровню ниже и менее длительна, чем до обеда. Во второй половине смены снижение работоспособности наступает раньше и развивается быстрее в связи с более глубоким утомлением. Перед окончанием работы наблюдается кратковременное повышение работоспособности – *конечный порыв VII*.

Как физическая, так и умственная работоспособность меняются в ходе суточных, *циркадианных ритмов* характерным образом, несмотря на отчетливые различия между отдельными людьми. В большой группе людей средний показатель внимательности (типичный фактор работоспособности) имеет максимум утром около 9 ч. Кривая снижается к 14 ч, после чего во второй половине дня наступает повышение, которое не достигает, однако, величины утреннего подъема. После 19 ч средний показатель внимательности постепенно снижается, достигая выраженного минимума около 3 ч.

В течение следующих 6 ч кривая круто поднимается до утреннего пика. Сходные кривые получены для самых различных типов работы (рис. 1.2).

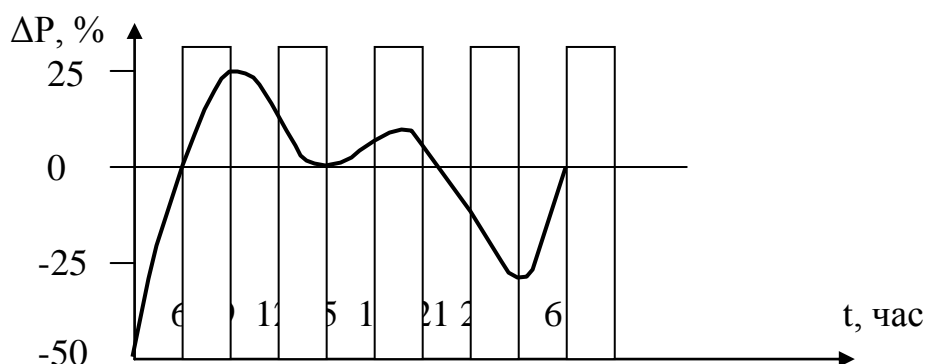


Рис. 1.2. Изменение работоспособности в течение суток:

ΔР – изменение работоспособности относительно оптимального уровня; t – время суток

#### 1.1.4. Рациональные режимы труда и отдыха

Под *рациональными режимами труда и отдыха* понимают чередование работы и перерывов, устанавливаемое на основе анализа работоспособности с целью обеспечения высокой производительности труда и сохранения здоровья работающих.

Разработка рациональных режимов труда и отдыха операторов предполагает решение ряда взаимосвязанных вопросов. Среди них можно выделить следующие:

- определение продолжительности рабочей смены;
- определение продолжительности, периодичности и способов проведения перерывов в работе в течение рабочего дня;
- планирование работы оператора в течение рабочей смены, суток, недели;
- определение оптимальных интервалов между сменами.

В зависимости от конкретных условий работы операторов возможны три основных подхода к определению допустимой длительности рабочей смены. При работе оператора в условиях действия профессиональных вредностей определяющим является время допустимого воздействия данной вредности. Так, для видов работ, связанных с наличием проникающей радиации, российское трудовое законодательство предусматривает длительность рабочего дня – четыре часа.

В некоторых случаях характер трудового процесса не допускает смены людей до его окончания (например, экипажи самолетов в полете, водителей междугородного транспорта и т.п.). В этих случаях длительность смены определяется циклом рабочего процесса с последующим отдыхом, рассчитанным на полную компенсацию утомления. В подавляющем же большинстве случаев длительность рабочей смены определяется на основании динамики работоспособности человека в течение рабочего дня. Критической точкой является развитие утомления у работающего человека. Этот факт должен свидетельствовать о необходимости окончания рабочей смены. Определение длительности рабочей смены по критерию утомления обязывает учитывать такие факторы, как интенсивность трудового процесса, условия производственной среды, тяжесть и напряженность труда, а также другие факторы, влияющие на состояние оператора.

Общий подход к определению *продолжительности рабочей смены* заключается в следующем. В результате анализа (например, профессиографического) деятельности оператора выявляются психофизиологические показатели, определяющие эффективность данной деятельности. Затем осуществляется анализ изменения этих показателей на протяжении рабочего дня. Допустимая длительность рабочей смены определяется тем моментом времени, когда происходит значимое (в статистическом смысле) ухудшение изучаемых показателей по сравнению с теми, которые были в начале фазы устойчивой работоспособности операторов.

В зависимости от конкретных условий работ после окончания допустимой продолжительности непрерывного дежурства должен планироваться или обеденный перерыв, или (при непрерывном дежурстве) на дежурство должна заступать очередная смена операторов.

Одним из важных факторов, влияющих на процесс труда, являются *перерывы в работе*. Они необходимы для восстановления работоспособности и достижения равномерной производительности труда. Эти перерывы имеют также большое значение для нормализации психического и физиологического состояния человека. Перерывы в работе могут быть регламентированными и произвольными (специально не организованными).

Время регламентированных перерывов определяется на основе динамики кривой работоспособности (рис. 1.1). Перерывы устанавливаются в моменты, предшествующие развитию утомления. Их длительность и периодичность определяются, с одной стороны, количеством периодов спада работоспособности, а с другой стороны, глубиной ее снижения. Общие рекомендации по организации перерывов сводятся к следующему.

Там, где предъявляются высокие требования к вниманию и точной координации движений, где велика нервно-психическая нагрузка, предпочтительнее короткие (5-10 мин), но частые перерывы. Если же работа связана с большими мышечными усилиями, предпочтительнее регламентированные перерывы большей длительности (до 20 мин), но меньшей периодичности.

Если по каким-либо причинам возникает необходимость работы в условиях развивающегося утомления (проведение сверхурочных работ, отсутствие смены оператора при непрерывном дежурстве за пультом управления и т. п.), следует увеличивать как количество перерывов, так и их длительность. Однако в любом случае следует иметь в виду, что перерывы более 20 мин (не считая обеденного) нежелательны, т.к. они приводят к появлению дополнительных периодов вработываемости. Регламентированные перерывы не следует путать с вынужденными простоями вследствие плохой организации труда. Такие простои приводят обычно к нарушению рабочего динамического стереотипа, вызывают отрицательные эмоции, что, в свою очередь, повышает утомляемость.

Регламентированные перерывы не всегда можно планировать в условиях с непрерывным режимом работы. В этом случае в процессе работы могут возникать произвольные перерывы (микропаузы) в те промежутки времени, когда оператор не занят обработкой поступающей информации. Произвольные перерывы обычно менее эффективны, чем регламентированные, так как они не всегда могут устраиваться в наиболее подходящее время. Для обеспечения необходимой продолжительности произвольных перерывов при организации режима



предъявления информации оператору следует обеспечить коэффициент загрузки, не превышающий 0,75-0,85.

При любых перерывах важное значение имеет способ их проведения. Наиболее предпочтительным в большинстве случаев является активный отдых, в процессе которого должны получать нагрузку мышцы и нервные центры, не работающие в процессе основной трудовой деятельности. Это способствует более активному отдыху уставших во время работы органов. Одним из наиболее предпочтительных видов активного отдыха является специальная производственная гимнастика. Неплохим средством активации отдыха может быть смена форм деятельности. При этом необходимо выполнение таких условий:

- операции, подбираемые для чередования, не должны нагружать одни и те же органы и системы организма;
- чередование видов труда можно вводить лишь тогда, когда операторы хорошо овладевают каждым из них;
- совмещаемая работа должна быть менее тяжелой и интенсивной, чем основная;
- чередуемые работы должны отличаться по характеру рабочей позы, по нагрузке на разные органы, обеспечивать переключение деятельности с одних органов на другие.

При планировании работы оператора следует различать внутренние, суточные и недельные режимы труда и отдыха. В основу их построения должна быть положена динамика работоспособности человека соответственно в течение рабочей смены, суток, недели. Согласно с изменением работоспособности должны планироваться рабочие нагрузки, например скорость или количество поступающей к оператору информации.

### **1.1.5. Методы борьбы с монотонностью труда**

Возникновение монотонности связано с чрезмерным разделением труда. Монотонной называют такую работу, отличительными признаками которой являются малосодержательность, однообразие рабочих действий, их многократное повторение и малая продолжительность. Признаки, характеризующие монотонности работы, могут быть условно разделены на психологические, физиологические и производственные.

*Психологические* характеризуются быстрым проявлением субъективного чувства усталости, сонливости, апатии, умственного оупения, скуки.

*Физиологические* отмечаются понижением частоты пульса и дыхания, снижением потребления кислорода, понижением мускульного тонуса.

*Производственные* определяются периодическими колебаниями средней длительности выполнения операций, неравномерностью выработки и общим ее снижением.

Различают два вида монотонности – *двигательную и сенсорную*. Двигательная характеризуется однообразным повторением рабочих движений, сенсорная – однообразием предъявляемых сигналов.

Организация режимов монотонных видов труда должна предусматривать не только правильное чередование периодов работы и регламентированных перерывов (с необходимыми гимнастическими упражнениями), но и специальные мероприятия, направленные на борьбу с монотонностью. К числу таких мероприятий относятся: рациональная организация всего технологического процесса, повышение содержательности трудовых действий, вызывающее интерес к выполняемой работе; обеспечение возможности исполнителю ясно и отчетливо видеть результаты на каждом этапе работы; повышение мотивации к работе; регламентирование длительности выполнения однообразных, простых операций (до 5-6 мин); повышение автоматизма рабочих действий для обеспечения возможности отвлекаться (только при однообразных и очень простых работах); смена ритма движения конвейерной линии; чередование рабочих на различных участках конвейера в течение смены или рабочей недели; использование динамического освещения; повышение эстетического уровня условий рабочего участка; введение функциональной музыки.

В качестве организационных мероприятий, уменьшающих влияние монотонности и повышающих эффективность работы оператора, можно рекомендовать: отбор операторов на основе учета их индивидуальных психофизиологических особенностей; разработку и регулярное применение систем морального и материального стимулирования; усложнение обязанностей в процессе дежурства, а именно выполнение дополнительных задач по изучению техники, ведение записей в журнале и т.д.; выбор компромиссной продолжительности периодического дежурства исходя из назначения системы «человек-машина»; установление оптимальной длительности ежесуточного пассивного отдыха (сна без перерывов) не менее 7 час (при отсутствии экстренной необходимости его прерывания); чередование пассивного отдыха с активным.

Состояние оператора при высокой напряженности трудовой деятельности характеризуется высоким нервно-эмоциональным напряжением, которое может привести к возникновению стрессовой ситуации.

В стрессовых ситуациях процент случайных ошибок существенно ниже, чем обычно, это связано с тем, что в таких случаях человек особенно отчетливо сознает, что требуется надежная работа, чувствует ответственность. Но, по-

сколько работа в таких условиях требует от человека колоссального напряжения, могут появиться ошибки, вызванные перенапряжением, действием помех, чувством опасности.

Рекомендации по преодолению негативного влияния напряженности труда формулируются применительно к человеку и машинным звеньям системы «человек-машина», а также к оптимизации их взаимодействия.

В отношении человека-оператора совершенствование системы «человек-машина» включает следующее:

1) общую организацию трудовой деятельности: пути и меры упрощения деятельности, создание внешних ориентиров для ее временного и пространственного регулирования; создание определенных условий для оптимизации психологического «тонуса» деятельности в целом, например формирование соответствующего уровня готовности к ней;

2) профессиональный отбор с акцентом на высокие скоростные характеристики кандидатов;

3) профессиональное обучение: отработка способов выполнения конкретной деятельности; формирование профессионально важных психических свойств и способностей; специальное обучение скоростным навыкам.

Совершенствование машинного звена реализуется путем технико-эстетической совместимости. Это, например, использование полисенсорных информационных моделей или организация инструментальной и неинструментальной информации и конструирование кодовых систем с точки зрения обеспечения целостной деятельности.

Оптимизация взаимодействия человека с машиной заключается в организации оперативного взаимодействия человека и машины, включающей создание автоматических систем согласования и оперативное регулирование потока информации к человеку-оператору.

## **1.2. ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕЛОВЕКА**

### **1.2.1. Психология в проблеме безопасности**

Основным общепризнанным методом охраны труда уже многие годы является использование техники безопасности. Она призвана решать две основные задачи:

1) способствовать созданию машин и инструментов, при работе с которыми опасность снижается до минимума;

2) разрабатывать специальные средства защиты, охраняющие человека от опасности в процессе труда. Одновременно уделять внимание техническому обучению людей безопасным приемам работы и использованию средств защиты, а также общим вопросам организации работы.

Однако, согласно данным международной статистики, главным виновником несчастных случаев является, как правило, не техника, не организация труда, а сам работающий человек. Человек, который по тем или иным причинам не соблюдал правила техники безопасности: нарушал нормальное течение трудового процесса, не использовал предусмотренные средства защиты и т. д.

Исследованиями советских ученых, проведенных на одном из машиностроительных заводов [22], было установлено, что в 76,5 % случаев виновниками травматизма были сами пострадавшие, в 6,1 % случаев – другие рабочие и лишь в 10,7 % случаев несчастье произошло по техническим причинам, а в 6,7 % – по причинам организационным.

Подобная же картина обнаруживается и в авиации, где, по мнению американских авторов Д. Мейстера и Дж. Рабидо, из 100 погибших летчиков примерно 8 человек кончает жизнь из-за неисправности самолета, 90 из-за собственных ошибок и лишь 2 погибают в бою [22]. Другие авторы менее категоричны и считают, что в развитых странах по вине самого человека происходит от 55 до 90 % всех летных происшествий [22].

Если человек психически нормален, то он без повода никогда не станет стремиться к травме. Это может произойти либо по не зависящим от человека причинам, либо тогда, когда его побуждают к нарушению правил определенные обстоятельства.

Для предупреждения подобных происшествий, необходимо прежде всего выявить эти побудители и по возможности уменьшить их действие.

Первая причина обнаруживается уже из анализа эволюции человека. С развитием орудий труда расширился диапазон воздействия человека на окружающий мир как по разнообразию, так и по интенсивности. При этом, естественно, расширился и круг ответных реакции внешнего мира на человека. Возросла также и сила этих воздействий. Правда, развитие психики позволяет ему при разработке техники делать ее менее опасной, создавать соответствующие средства защиты от опасности, выбирать способы действия с учетом опасности и т. д. Несмотря на эти предупреждающие меры, с развитием техники опасность растет быстрее, чем человек противодействует ей.

Второй причиной, делающей условия труда и жизни человека более жесткими и опасными, является рост цены ошибки (автомобильные и авиационные катастрофы, катастрофы на АЭС).

Третья причина – адаптация человека к опасности. Постоянное взаимодействие с опасностями ведут к тому, что человек перестает бояться того, что на деле является очень опасным, и адаптируется к опасности. Кроме того, иногда человек преднамеренно идет на нарушение правил безопасности. Постепенно происходит адаптация не только к опасности, но и к нарушениям правил.

Из всего вышесказанного можно заключить, что имеется целый ряд предпосылок объективного и субъективного порядка, обуславливающих возникновение несчастных случаев по вине человека.

Таким образом, психология безопасности – это отрасль психологической науки, изучающая причины несчастных случаев, возникающих в процессе деятельности человека, и пути использования психологии для повышения безопасности труда.

Связь психологии безопасности с другими отраслями психологической науки представлена на рис. 1.7.

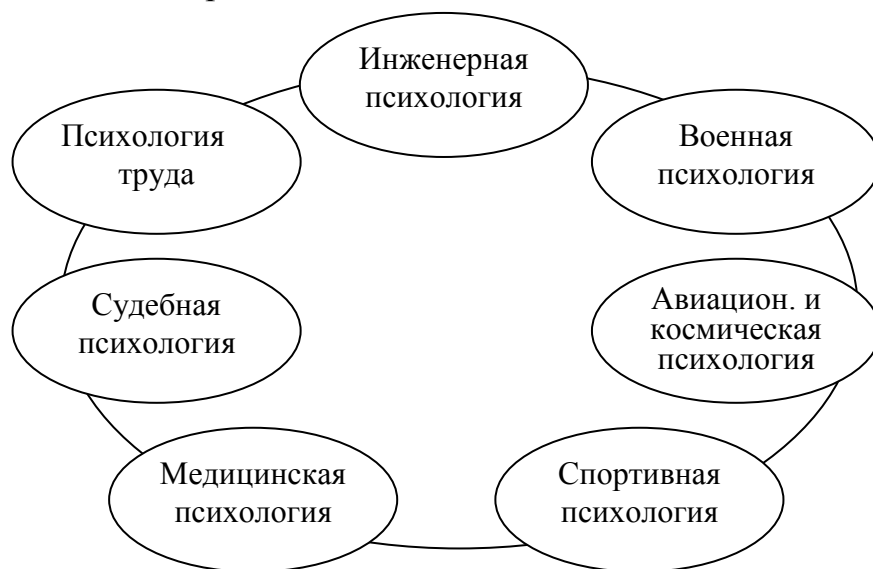


Рис. 1.7. Связь психологии безопасности деятельности с другими отраслями психологической науки

Объектом исследования психологии безопасности являются различные виды предметной деятельности человека, связанные с опасностью.

Предметом исследований данной области являются:

- психические процессы, порождаемые деятельностью и влияющие на ее безопасность;
- психические состояния человека, сказывающиеся на безопасности его деятельности;
- свойства личности, отражающиеся на безопасности деятельности.

### **1.2.2. Влияние психического состояния на возникновение несчастных случаев**

#### ***Влияние общего психофизиологического состояния***

Деятельность человека и ее результаты обусловлены не только его устойчивыми индивидуальными качествами, но в значительной мере и временными сдвигами, которые возникают в его организме и определяются как психофизиологические состояния. Такие состояния, налагаясь на комплекс устойчивых качеств, могут существенно влиять на психические процессы, видоизменять деятельность, сказываться на ее результатах. Поэтому способность человека противостоять производственным опасностям следует рассматривать не только в связи с его устойчивыми индивидуальными качествами, но и с учетом влияния на человека переживаемых им психофизиологических состояний.

Остановимся лишь на самых общих состояниях, способствующих повышению предрасположенности человека к несчастным случаям.

Среди таких состояний в первую очередь следует выделить трудовое утомление – комплекс соответствующих физиологических сдвигов в организме, вызванных процессом трудовой деятельности, понижающих работоспособность и создающих конфликт между внешними требованиями работы и снизившимися возможностями человека [31].

Для разрешения этого конфликта организм мобилизует внутренние ресурсы, переходит на более высокий энергетический уровень функционирования. Данный конфликт отражается в сознании человека и переживается им в виде состояния усталости, развитие которого, кроме физиологических, в значительной мере обусловлено и психофизиологическими факторами – потребностью в работе, мотивацией, интересом и пр.

В английской «Энциклопедии по безопасности и гигиене труда» утомление названо «самым опасным физиологическим показателем», провоцирующим несчастные случаи [36]. В литературе приводятся данные, указывающие, что каждому четвертому несчастному случаю предшествовало явно выраженное утомление. Во многих психологических исследованиях было убедительно показано, что подверженность несчастным случаям существенно повышается с ухудшением состояния здоровья человека.

Имеются данные, что из 1798 причин, вызвавших 881 несчастный случай, 749 относятся к психологическим, 700 – к социально-психологическим, 184 – к техническим и 165 – к медицинским. Причем из общего числа медицинских причин 49 обусловлено нарушением органов зрения, 18 – последствиями травм

и операций, 15 – нарушением деятельности сердечно-сосудистой системы, органов кровообращения и дыхания [6].

О сложном влиянии различных (постоянных и временно действующих) факторов на предрасположенность человека к несчастным случаям пишет Л. Броди [22]. В качестве одного из реальных путей к решению этого вопроса он называет подход сотрудников Национального центра охраны труда и здоровья в Цинциннати (США) психологов В. Кроэса, Б. Марголиса и Р. Куин, которые предлагают для изучения проблемы охраны труда исследовать все факторы, оказывающие влияние на жизнь человека. Исходя из этой посылки, авторы выделяют четыре большие группы факторов, образующих следующие сферы исследований:

- психический стресс, т.е. различные причины, нарушающие нормальное психическое или эмоциональное состояние человека;
- физические опасности, с которыми человек сталкивается в процессе своего труда,
- факторы, создающие опасность для здоровья человека;
- факторы, вытекающие из принятой системы организации труда при контроле за его охраной.

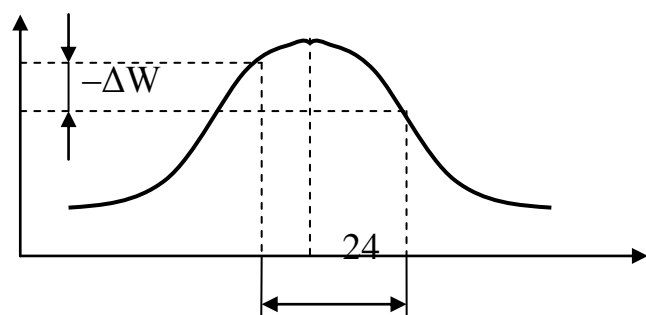
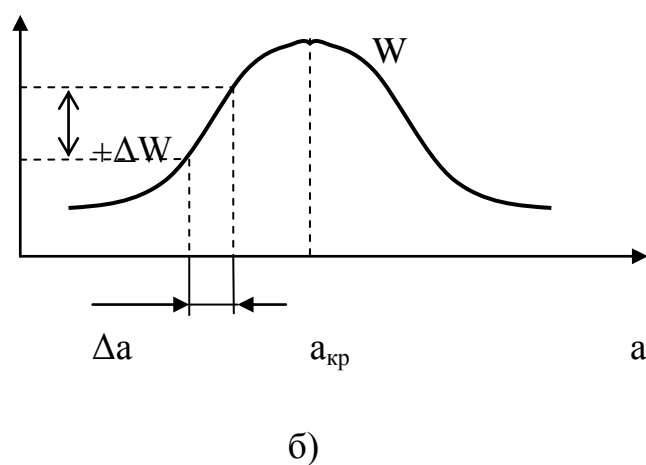
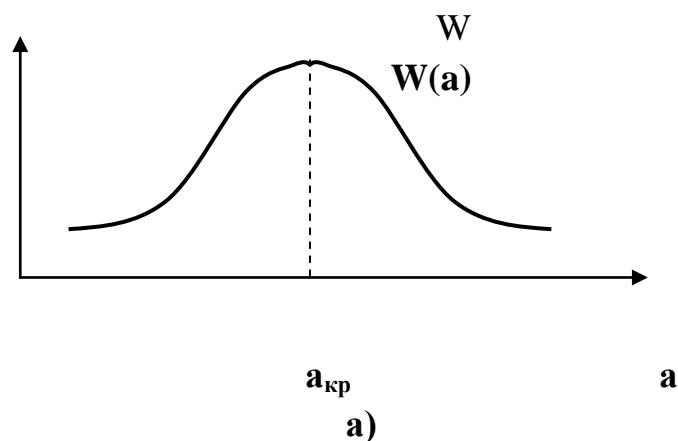
Указывая на недостаточную строгость такого деления, где последняя группа факторов может порождать первые три и поэтому не должна рассматриваться как отдельная с ними [22], отметим, что в данном изложении нас интересует лишь первые две группы факторов.

### ***Влияние стресса. Закон Йеркса – Додсона***

Под ***стрессом*** (англ. stress - давление, нажим, напряжение) *принято понимать состояние психической напряженности, вызванное трудностями, опасностями, возникающими у человека при решении важной для него задачи.* Понятие стресса впервые ввел канадский физиолог Г. Селье (1936) при описании механизма физиологической адаптации. Хотя стресс представляет собой сложное психофизиологическое состояние, порой, в зависимости от причины, породившей это состояние, говорят о психическом, или эмоциональном, стрессе. Как показали многочисленные исследования, стресс в трудовой деятельности в зависимости от его уровня порождает весьма различные, а порой даже противоположные результаты. Стресс проявляется во всеобщем адаптационном синдроме как необходимая и полезная вегетативная и соматическая реакция организма на резкое увеличение общей внешней нагрузки. Он состоит в росте биоэлектрической активности мозга, в повышении частоты сердцебиений, росте систолического давления крови, расширении кровеносных сосудов, увеличении содержания лейкоцитов в крови, т. е. в целом ряде физиологических сдвигов в организме, способствующих повышению его энергетических возможностей и успешно-

сти выполнения сложных и опасных действий. Поэтому сам по себе стресс является не только целесообразной защитной реакцией человеческого организма, но и механизмом, содействующим успеху трудовой деятельности в условиях помех, трудностей и опасностей.

Между уровнем стресса и вытекающей из него активацией нервной системы, с одной стороны, и результативностью трудовой деятельности, с другой, нет пропорциональной зависимости. На это обратили внимание еще в начале нашего века Р. Йеркс и Дж. Додсон. Они экспериментально показали, что с ростом активации нервной системы до определенного уровня продуктивность поведения повышается, тогда как с дальнейшим ростом активации она начинает падать. Так была установлена закономерность между уровнем активации нервной системы и продуктивностью, получившая название инвертированной U-образной кривой (рис. 1.8).





$$\frac{a_{кр}}{\Delta a} \quad a$$

в)

Рис. 1.8. Закон Йеркса – Додсона: а) критический уровень активации;  
 б) приращение активации ( $\Delta a$ ) ведет к приросту продуктивности ( $+\Delta W$ );  
 в) приращение активности ( $\Delta a$ ) ведет к снижению продуктивности ( $-\Delta W$ )

Как следует из этой кривой, стресс оказывает положительное влияние на результаты труда (мобилизует организм и способствует преодолению возникших в труде препятствий) лишь до тех пор, пока он не превысит определенного критического уровня. При превышении же этого уровня в организме развивается процесс гипермобилизации, который влечет за собой нарушение механизмов саморегуляции и ухудшение результатов деятельности, вплоть до ее срыва. Поэтому стресс, превышающий критический уровень, иногда называется дистрессом.

Следует отметить, что проявления активации в усложненной или опасной ситуации весьма индивидуальны. Так, было установлено, что люди с более сильной нервной системой при выполнении обычных задач довольно спокойны, а под воздействием активации повышают продуктивность труда (рис. 1.8, а). Люди же с более слабой нервной системой и более тревожные отвечают высокой активацией уже на сравнительно простые задачи; те задачи, которые у испытуемых более сильного типа выдают относительно небольшой стресс, у них порождают дистресс (рис. 1.8, б).

Итак, можно заключить, что пока стресс, вызванный усложнением условий труда, не превышает определенного уровня, он способствует преодолению трудностей. Однако все это достигается за счет мобилизации ресурсов организма. И те виды трудовой деятельности, где необходимость в подобной мобилизации возникает довольно часто, отрицательно сказываются на здоровье занятых в них людей.

С какими же отрицательно действующими факторами–стрессорами приходится чаще всего сталкиваться человеку на современном механизированном и автоматизированном предприятии?

В. Дибшлаг выделяет шесть групп таких производственных стрессов:

- интенсивность работы;
- давление фактора времени (штурмовщина, срочная аккордная работа и т.

п.);

- изолированность рабочих мест и недостаточные межличностные контакты у рабочих (операторы современного предприятия часто удалены один от другого, находятся в изолированных помещениях);
- однообразная и монотонная работа (на конвейере, у приборных пультов);
- недостаточная двигательная активность (многие часы операторы находятся в состоянии готовности в действии, тогда как необходимость действия возникает редко);
- различные внешние воздействия (шумы, вибрация, высокие температуры и т. п.).

К перечисленному можно добавить и фактор нарушения стереотипной системы труда, возникающий в связи с поломками техники и другими внешними причинами, препятствующими привычной системе деятельности. Каждый из названных факторов в отдельности, а чаще их сочетания, порождает экстремальные условия деятельности и вытекающие из них стрессовые состояния.

### *Типы экстремальных ситуаций*

Для современного производства типичны экстремальные ситуации двух крайних типов.

1. Первый тип экстремальной ситуации возникает тогда, когда требования интенсивности работы и жесткие ограничения во времени вынуждают рабочего предельно напрягать силы и мобилизовывать внутренние резервы. При этом экстремальность такого труда зачастую повышается вследствие сильных внешних воздействий (шумы, вибрация и т. п.), которые не только увеличивают и без того большую информационную перегрузку рабочего, но и нарушают нормальные условия его жизнедеятельности, что затрудняет процессы саморегуляции и способствует возникновению дистресса.

2. Другой тип экстремальной ситуации возникает, наоборот, из-за недостатка или однородности поступающей информации, недостатка межличностных контактов, низкой двигательной активности. Он особенно характерен для работы операторов современных автоматизированных систем. В подобных условиях, как уже отмечалось выше, у рабочего или оператора развивается состояние монотонии, при котором необходимый уровень бодрствования, внимания приходится поддерживать за счет волевых усилий. Во время труда необходима воля, выражающаяся во внимании, монотония же, часто свойственная операторскому труду, порождает в нем ощущение скуки. Поэтому в этом, обычно весьма ответственном труде требуются особенно высокий уровень бодрствования и значительные волевые усилия для его поддержания в подобных условиях. Если же учесть, что человеку таким образом приходится рабо-

тать часами и целыми сменами, то легко представить, почему подобный труд по своей эмоциональной напряженности зачастую оказывается тяжелее, чем труд с информационной и даже физической нагрузкой.

Для стрессовых ситуаций того и другого типа характерна одна общая черта – появление у человека острого внутреннего конфликта между требованиями, которые предъявляет к нему работа, и его возможностями. В первом случае этот конфликт возникает в основном в результате роста требований, предъявляемых человеку, во втором – из-за снижения возможности человека по выполнению прежних требований. В том и другом случае человек уже не может справиться с заданием и в результате такой конфликтной ситуации становится предрасположенным к несчастным случаям.

3. Однако предрасположенными к несчастным случаям людей делают не только стрессоры, порождаемые процессом производства, не в меньшей мере влияют на них и конфликты, возникающие в различных сферах личной жизни. Это экспериментально подтвердили американские психиатры А. Хиршфельд и Р. Беган (1963) [22]. На основе изучения происхождения 500 несчастных случаев в промышленности Детройта было установлено, что большинству из них предшествовали эмоциональные конфликты в различных сферах личной жизни. Эта связь была настолько универсальной, что авторы взяли на себя смелость утверждать, будто научились по состоянию рабочего экстраполировать процесс развития и проявления несчастного случая.

Они даже выделили ряд конкретных проявлений, свойственных человеку перед несчастным случаем:

- опытный рабочий начинает делать ошибки, которых не делает даже новичок;
- теряется чувство самосохранения, и человек в самых неподходящих случаях начинает пренебрегать правилами безопасности, средствами защиты;
- рабочий порой даже чувствует, что в данной ситуации возможен несчастный случай, и говорит об этом окружающим, однако сам ничего не предпринимает для его предупреждения.

Таким образом, на основе исследований видим еще один – третий тип экстремальной ситуации, возникающий вследствие конфликтов в личной жизни.

### ***Влияние пережитой опасности***

Рассмотрим не просто связь уровня физической опасности с уровнем травматизма, но главным образом вопрос о том, как факт осознания рабочим физической опасности, которой он подвергался или подвергается в процессе труда, отражается на его психическом состоянии и как это, в свою очередь, сказывается на его предрасположенности к несчастным случаям.

Еще основоположники исследований роли человеческого фактора в безопасности труда М. Гринвуд и Х. Вудс высказывали предположение, что полученная травма может вызвать у человека страх перед опасностями труда и породить у него устойчивую индивидуальную предрасположенность к новым несчастным случаям. Чешские ученые Л. Куглер и Т. Майергофер тоже указывали на то, что предшествующий несчастный случай порождает у рабочих такие состояния, которые способствуют возникновению последующих. Подобные состояния З. Фрейд называл «травматическими невротами». Он расценивал их как результат фиксации организма на моменте происшествия и связанных с ним сильных переживаний: человек не может забыть это происшествие, и оно как бы продолжает висеть над ним, восприниматься не в прошлом, а как то, что предстоит пережить. Анализируя данный вопрос, Т. Гартман замечает, что условия жизни и повторяющиеся несчастные случаи могут привести к тому, что человек потеряет веру в возможность избежать несчастных случаев и после очередного несчастного случая будет ждать последующего. В таком поведении автор усматривает проявление так называемого «эффекта Карпендера». Английский психолог Карпендер отметил следующую закономерность: каждое восприятие или представление порождает готовность к подобному же восприятию или представлению. Этот закон, как отмечает Гартман, оказался справедливым для различных проявлений человеческой деятельности, в том числе и в сфере ошибочных действий. Поэтому автор приходит к следующему заключению: кто долго настроен на возможность допущения ошибки и поэтому долго находится в состоянии страха, тот станет жертвой тревожащей его опасности, поскольку волнение перед ожидаемым несчастным случаем непременно приведет к его реальному возникновению. Вероятно, людям, часто попадавшим в несчастные случаи, более свойственно стремление к избеганию неудачи, чем к достижению цели.

Страх перед несчастным случаем или тревога может порождать стрессовое состояние того или иного уровня. Однако реакции человека на то или другое состояние оказываются весьма различными. Если состояние страха является эмоциональной реакцией на неизбежность (по определению Павлова, «пассивным оборонительным рефлексом»), то тревога – это реакция на отрицательное событие, которое, как уже отмечалось, еще можно предотвратить. Поэтому природа этих реакций будет различной. Реакция страха будет, очевидно, заключаться в направленности организма на самосохранение, реакция же тревоги – на мобилизацию его внутренних ресурсов с целью предупреждения возникновения нежелательного события.

Кроме различий в природе этих реакций, следует отметить и различие в их уровне. Очевидно, уровень реакции на неизбежное нежелательное событие будет выше, чем на событие, которое еще можно предотвратить. Поэтому страх обычно чаще ведет к нарушению процессов саморегуляции и возникновению стрессов, чем состояние тревоги. Последнее же чаще способствует целесообразной мобилизации ресурсов организма на предотвращение отрицательных событий, в том числе и несчастных случаев. Следовательно, чувство тревоги, если оно адекватно сложившейся ситуации, следует расценивать как целесообразное и полезное состояние в трудовой деятельности, страх же перед опасностью в условиях труда вреден. (Впрочем, страх, если он остается в умеренных пределах, может оказаться порой полезнее, чем полное пренебрежение опасностью).

Исследования показывают, что последствия несчастных случаев иногда оказываются довольно стойкими.

### **1.2.3. Надежность оператора**

Операторская деятельность (специфический вид трудовой деятельности) возникла на определенной ступени развития науки и техники и к настоящему времени получила самое широкое распространение.

Различают несколько типов операторской деятельности.

*Оператор-технолог.* Непосредственно включен в технологический процесс, работает в основном в режиме немедленного обслуживания, совершает преимущественно исполнительные действия, руководствуясь инструкциями, четко регламентирующими действия. Это операторы технологических процессов, автоматических линий, операторы, выполняющие функции формального перекодирования и передачи информации.

*Оператор-манипулятор.* Основную роль в его деятельности играют механизмы сенсомоторной регуляции и в меньшей степени – понятийного и образного мышления. К числу функций оператора-манипулятора относится управление манипуляторами, роботами, машинами, усилителями.

*Оператор-наблюдатель, контролер.* Это классический тип оператора (оператор радиолокационной станции, диспетчер транспортной системы). Для данного типа деятельности характерен большой вес информационных и концептуальных моделей. Оператор может работать в режиме как немедленного, так и отсроченного обслуживания. Такой тип деятельности является массовым для операторов технических систем, работающих в реальном масштабе времени.

*Оператор-исследователь.* В значительно большей степени в его деятельности аппарат понятийного мышления и опыт заложены в образно-концептуальных моделях. Органы управления играют для него еще меньшую роль, а вес информационных моделей, напротив, существенно увеличивается. К этой категории операторов относятся исследователи любого профиля: пользователи вычислительных систем, дешифровщики объектов (изображений) и т. д.

*Оператор-руководитель.* Он управляет не техническими компонентами системы или машины, а другими людьми. Управление осуществляется как непосредственно, так и опосредованно – через технические средства и каналы связи. К этой категории операторов относятся организаторы, руководители различных категорий, лица, принимающие ответственные решения, обладающие соответствующими знаниями, опытом, тактом, волей, навыками принятия решения и интуицией. Операторы-руководители в своей деятельности должны учитывать не только возможности и ограничения машинных компонентов системы, но и в полной мере особенности подчиненных – их возможности и ограничения, состояния и настроения.

Основной режим оператора-руководителя - оперативное мышление.

Цена ошибки оператора может быть очень высока. Достаточно вспомнить трагедию на ЧАЭС или гибель теплохода «Адмирал Нахимов», чтобы понять важность вопроса несовершения ошибок оператором.

Под термином *«надежность оператора»* понимают способность оператора выполнять качественно работу в течение заданного времени, т. е. не совершать ошибок.

### ***Категории ошибок***

Исследователи выделяют две категории ошибок.

К первой категории будем относить такие ошибки, когда человек, выполняя относительно безопасную работу, создает опасную ситуацию своими неправильными действиями. Например, токарь начинает работать при снятом защитном кожухе или после выключения станка рукой останавливает вращающуюся деталь. Ко второй категории будем относить такие ошибки, которые возникают в связи с тем, что человек не смог решить задачу данной сложности, не смог вовремя отреагировать, не смог добиться требуемой точности и т. п.

Та и другая категория ошибок и связанных с ними несчастных случаев имеют различную психологическую природу: в первом случае они связаны с неиспользованием индивидуальных ресурсов, а во втором с их нехваткой. И проистекают эти ошибки из разных индивидуальных качеств человека: качества, связанные с мотивационными особенностями субъекта, определяют, глав-

ным образом, неиспользование возможностей, а психофизиологические качества – их ограниченность.

В психологии безопасности труда, когда говорят о профессии, обычно обращают внимание на степень ее опасности. Однако в любой профессии, независимо от степени опасности, человеку приходится сталкиваться с различными режимами работы, предъявляющими различные требования к использованию его индивидуальных ресурсов.

#### **1.2.4. Влияние режимов работы оператора на появление ошибок**

Как показал Е. Л. Милерян, в труде оператора (как, вероятно, и в любом другом труде) можно выделить следующие четыре режима работы:

- *учебно-тренировочный режим*, в котором трудовые задачи решаются условно и у рабочего отсутствует ответственность, присущая реальным условиям труда (например, шофер на тренажере);

- *минимальный режим*, связанный с решением наиболее простых задач в благоприятных условиях при невысокой цене ошибки (например, шофер недолгое время в хорошую погоду едет по широкому свободному шоссе);

- *оптимальный режим*, наиболее типичный для труда, отличающегося большой продолжительностью, широким использованием навыков и умений. В таком режиме используются примерно 40-60 % ресурсов организма (например, езда по городу в условиях оживленного дорожного движения);

- *экстремальный режим*, который возникает при значительном усложнении трудовых задач (сильном росте внешних ограничений или существенном снижении внутренних возможностей человека, при появлении высоких опасностей и пр.), когда человек без сильной волевой регуляции и широкого использования резервов организма, как правило, уже не может удовлетворительно справляться с выполнением возложенных на него функций. Подобный режим может возникнуть у шофера в случае неожиданного отказа ходовой части машины, при появлении сложной дорожной ситуации и, наоборот, в чрезмерно спокойных условиях, когда становится трудно преодолевать воздействие монотонии.

Исходя из указанного деления режимов труда можно вести речь и о типичных для каждого из них ошибках и причинах несчастных случаев. Если при экстремальных режимах чаще приходится иметь дело с ошибками, обусловленными нехваткой ресурсов организма, то в других режимах труда ошибки обычно имеют иную психологическую природу. Так, в длительном оптимальном режиме работы типичной причиной ошибок является также нехватка ресурсов

организма, но обусловленная уже не внешними факторами, а снижением внутренних возможностей человека из-за его утомления. В минимальном режиме ошибки и происшествия чаще всего порождаются мотивационной сферой и недооценкой значимости задач.

В учебно-тренировочном режиме ошибки также связаны с мотивационной сферой – отсутствием стремления действовать в этом относительно условном режиме также внимательно и осторожно, как и в реальных ситуациях труда.

Таким образом, каждому режиму труда присущи свои типичные причины и связанные с ними трудности и неприятности (в том числе и несчастные случаи).

Из всех перечисленных режимов труда особого внимания заслуживает экстремальный режим работы. Попадая в опасную (аварийную) ситуацию, человек обычно сталкивается именно с таким режимом. Однако опасные и аварийные ситуации могут возникать и в любых других режимах труда. Допуская ошибку, которая влечет за собой несчастный случай в оптимальном, минимальном или учебном режиме, человек может создать аварийную ситуацию, превратить существующий режим в экстремальный.

#### **1.2.5. Факторы, влияющие на надежность оператора**

##### ***Устойчивые факторы***

*Особенности темперамента.* В целом ряде исследований деятельности людей различных профессий было установлено влияние качеств темперамента, в частности слабости нервной системы, на результаты трудовой деятельности и особенно на поведение в экстремальных ситуациях. Так, К. М. Гуревич и С. С. Гаджиев показали, что у дежурных на пульте управления электросетями, имевших более слабую нервную систему, аварийные ситуации вызывали состояние «заторможенности», блокировку внимания, расстройство процессов мышления и памяти [22].

Одну из своих работ [27] В. Д. Небылицын специально посвятил вопросу изучения влияния свойств нервной системы на надежность работы человека в экстремальных ситуациях. Автор показал, что возможности человека надежно, в том числе и безопасно, действовать в экстремальной ситуации вытекают непосредственно из свойств его темперамента, в частности из силы нервной системы. Он отметил также, что в других, более легких режимах человек способен компенсировать недостающие функции нервной системы развитием других качеств. В экстремальных же ситуациях, предъявляющих особенно высокие требования к индивиду, подобной компенсации уже не хватает, и здесь, скорее



всего, обнаруживаются недостатки консервативных свойств человека, в том числе и недостатки темперамента.

В.Д. Небылицын назвал целый ряд поведенческих реакций, отражающих способность человека противодействовать опасности, которые фактически непосредственно зависят от свойств нервной системы. Так, способность к длительной активной работе и противодействие утомлению зависят от индивидуальной выносливости нервной системы по отношению к возбудительному и тормозному процессу, т. е. от ее силы. От силы нервной системы зависят также способность к экстренной мобилизации в аварийной ситуации, способность успешно действовать, несмотря на отвлекающие факторы и помехи. От подвижности и лабильности нервной системы, от уравновешенности нервных процессов зависят такие важные для безопасности труда качества, как способность к переключению внимания и к быстрому реагированию на опасные сигналы.

К качествам темперамента относят и показатель невротизма, фактически отражающий эмоциональную неуравновешенность. Таким образом, из всего сказанного можно заключить, что свойства темперамента являются существенно важным показателем устойчивой предрасположенности к опасности.

*Функциональные изменения в организме* – это стойкие патологические изменения, которые хотя и не делают людей нетрудоспособными, но мешают в работе и повышают их предрасположенность к несчастным случаям. К таким изменениям относятся сердечно-сосудистые заболевания, заболевания дыхательных путей, диабет. Существенно отражаются на безопасности труда и различные отклонения в психике. В одном исследовании водителей, неоднократно попадавших в аварии и несчастные случаи, было установлено, что 55 % из них составляли лица эмоциональные и сверхэмоциональные [27]. На непосредственную связь состояния здоровья с несчастными случаями указывают многие авторы.

*Недостатки органов чувств.* Здесь речь идет в основном об ухудшении зрения, слуха. Такие причины несчастных случаев нередко выявляются уже после происшествия. Правда, недостатки зрения обычно корректируются с помощью очков. Однако сами условия труда не всегда позволяют использовать такие очки (зачистка сварных швов, при которой требуется надевать маску, формовочные работы в литейном цехе, при которых очки быстро загрязняются, и пр.).

*Функциональные нарушения связи между сенсорными и моторными процессами*, как отмечают авторы [34], часто являются причиной несчастных случаев. В основе устойчивой предрасположенности к несчастным случаям может

лежать как замедленное, так и чересчур поспешное реагирование на сигнальные раздражители. Нарушение координации часто проявляется в неспособности выполнять тонкие и сложные движения рук. Люди с подобными нарушениями порой опускают некоторые элементы сложных комбинированных движений, порой включают совсем ненужные элементы. В повседневной жизни их обычно называют неловкими.

*Пристрастие к алкоголю, наркотикам.* Эти пороки устойчиво повышают предрасположенность к травматизму. Следует заметить, что и потом, когда люди избавляются от этих пороков, зачастую сохраняется повышенная предрасположенность к несчастным случаям. Связь частоты несчастных случаев со склонностью к алкоголизму была подтверждена исследованиями [22].

### ***Временные факторы***

К факторам, которые временно повышают предрасположенность рабочего к несчастным случаям, относятся: неопытность, неосторожность, утомление, состояние дистресса, понижение функциональных возможностей под влиянием биологических ритмов, атмосферных (космических) воздействий и пр.

*Неопытность.* Под неопытностью понимают отсутствие у рабочего навыков и умений, достаточных для приложения полученных при обучении знаний в конкретном труде. С неопытностью (первичной беспечностью) связан высокий травматизм на первом этапе практического освоения профессии. Неопытность порождает ошибки и травмы по ряду причин. Во-первых, пока не выработаны необходимые трудовые навыки (отсутствуют вторичные автоматизмы), рабочему приходится подвергать выполнение большинства трудовых операций сознательному контролю, что мешает распределению внимания: рабочий упускает из виду многие трудовые факторы, которые он должен учитывать в своих действиях. Во-вторых, незнание многих особенностей работы может привести к ошибочным действиям. В-третьих, неуверенность в себе, опасения по поводу возможных ошибок, своей безопасности вынуждают рабочего действовать с высокой концентрацией внимания, что при длительной работе порождает состояние напряженности и предрасположенность рабочего к несчастному случаю.

*Неосторожность.* Если неопытность связывалась с недостатком возможностей рабочего, то неосторожность, как уже отмечалось, является результатом неиспользования этих возможностей из-за недооценки сложности задач и переоценки своих трудовых качеств. Впрочем, неосторожность может возникать и по другим причинам: при неполноте сведений об опасных факторах, под влиянием отвлекающих обстоятельств и пр. Однако во всех случаях неосторожность

выступает как временное явление, ведущее к увеличению предрасположенности к опасности.

*Утомление.* Этим термином принято называть соответствующие временные изменения в организме, проявляющиеся в понижении работоспособности при интенсивной или длительной работе. Сам факт понижения работоспособности уже свидетельствует о снижении уровня защитных реакций организма и о понижении защищенности индивида. Для поддержания требуемых результатов труда в условиях снизившейся работоспособности человеку приходится использовать волевую саморегуляцию, включать в действие свои резервы.

Иногда утомление разделяют на физическое и психическое. Однако в современных условиях производственного труда, где наряду с физической нагрузкой часто возникают задачи оценки ситуации, принятия решения, оба эти вида утомления нередко тесно переплетаются.

Как показывают исследования, утомление развивается весьма неравномерно и особенно сказывается перед перерывом на обед и в последние часы смены. Перед самым концом смены усталость спадает, что объясняют «конечным порывом», эмоциональным подъемом, вызванным окончанием работы, предвидением перемены деятельности, отдыха. Практика показывает, что в периоды кульминации утомления частота несчастных случаев выше, чем в другие периоды рабочей смены.

Еще большую угрозу для безопасности труда представляет состояние переутомления. Если утомление является для человека нормальным, естественным состоянием, которое устраняется обычным отдыхом, восстанавливающим нормальную работоспособность, то переутомление - это уже патологическое состояние, которое обычный отдых не снимает. Для устранения переутомления требуется медицинское лечение, порой длительное. В состоянии переутомления перечисленные выше проявления утомления обостряются, что особенно негативно отражается на безопасности труда.

*Дистресс.* . Выше уже было показано, что физическая опасность, которой подвергается рабочий в процессе труда, особенно после пережитого им несчастного случая, может выступать как стрессор, повышающий его предрасположенность к опасности. Состояния дистресса возникают по множеству разнообразных причин, например, вследствие несовпадения характера труда с темпераментом рабочего, из-за неприятностей в личной жизни, вследствие различных воздействий среды и пр.

*Влияние биологических ритмов и атмосферных факторов.* Установлено, что в организме человека действуют различные биологические ритмы, определяющие изменение его биологической активности. Помимо того, биологиче-

ская активность изменяется и под влиянием внешних атмосферных и космических воздействий. Различными исследованиями выявлена связь между определенными фазами активности у людей и частотой несчастных случаев. Обнаружена также связь между атмосферными и космическими явлениями (например, инфрадлинноволновыми импульсами и частотой травматизма в этот период).

### 1.2.6. Показатели надежности

Основным показателем надежности является вероятность безошибочной работы. Эта вероятность может вычисляться как на уровне отдельной операции, так и на уровне алгоритма в целом.

Для типовых, часто повторяющихся операций в качестве показателя безошибочности может использоваться также интенсивность ошибок.

Эти показатели вычисляются, как правило, в расчете на одну выполненную операцию (алгоритм). По статистическим данным они могут быть вычислены следующим образом:

$$P_j = (N_j - n_j)/N_j \quad (2)$$

$$\lambda_j = n_j/N_j T_j, \quad (3)$$

где  $P_j$  – вероятность безошибочного выполнения операций  $j$ -го типа;  $\lambda_j$  – интенсивность ошибок  $j$ -го вида;  $N_j$ ,  $n_j$  – общее число выполненных операций  $j$ -го вида и допущенное при этом число ошибок;  $T_j$  – среднее время выполнения операции  $j$ -го вида.

Необходимо отметить, что формула справедлива лишь для участка устойчивой работоспособности оператора. В этом случае, зная интенсивность ошибок при выполнении различных операций и алгоритм работы оператора, можно найти вероятность безошибочного выполнения этого алгоритма:

$$P_j = \prod_{j=1}^r P_j^{k_j} \approx e^{-\sum_{j=1}^r (1-P_j)k_j} = e^{-\sum_{j=1}^r \lambda_j T_j k_j}, \quad (4)$$

где  $k_j$  – число выполненных операций  $j$ -го вида;  $r$  – число различных типов операций ( $j = 1, 2, \dots, r$ ).

Важным показателем надежности является и коэффициент готовности оператора, представляющий собой вероятность включения оператора в работу в любой произвольный момент времени. Коэффициент готовности определяется выражением

$$K_{\text{оп}} = 1 - T_B/T, \quad (5)$$

где  $T_v$  – время, в течение которого оператор по тем или иным причинам не находится на рабочем месте (и потому не может принять поступившую информацию);  $T$  – общее время работы оператора.

Введение показателей восстанавливаемости связано с возможностью самоконтроля оператором своих действий и исправления допущенных ошибок. Вероятность исправления оператором допущенной ошибки:

$$P_{\text{исп}} = P_K \cdot P_{\text{обн}} \cdot P_{\text{и}}, \quad (6)$$

где  $P_K$  – вероятность выдачи сигнала системой контроля;  $P_{\text{обн}}$  – вероятность обнаружения оператором сигнала контроля;  $P_{\text{и}}$  – вероятность исправления ошибочных действий при повторном выполнении алгоритма.

Показатели своевременности действия оператора вводятся потому, что правильные, но несвоевременные действия не приводят к достижению цели, т. е. дают тот же результат, что и совершенная ошибка. Поэтому, как правило, на выполнение определенных задач в системе «человек – машина» отводится определенный лимит времени  $t_L$ , превышение которого рассматривается как ошибка задачи в течение времени  $\tau < t_L$ . Эта вероятность:

$$P_{\text{св}} = P \left\{ \tau < t_L \right\} = \int_0^{t_L} f(\tau) d\tau, \quad (7)$$

где  $f(\tau)$  – функция распределения времени решения задачи оператором.

Время  $t_L$  может быть как постоянной, так и случайной величиной. В первом случае вероятность  $P_{\text{св}}$  определяется выражением (6). Во втором случае вычисление  $P_{\text{св}}$  довольно сложное. Оно упрощается, если  $\tau$  и  $t_L$  подчинены нормальному распределению с параметрами  $\bar{\tau}$ ,  $\sigma_\tau$  и  $\bar{t}_L$ ,  $\sigma_t$  соответственно.

Здесь  $\bar{\tau}$ ,  $\bar{t}_L$ ,  $\sigma_\tau$ ,  $\sigma_t$  – соответственно средние значения и дисперсия величин  $\tau$  и  $t_L$ . Введем новую величину  $\Delta t = \tau - t_L$ . Поскольку  $\tau$  и  $t_L$  обычно независимы,  $\Delta t$  тоже распределена по нормальному закону с параметрами:

$$\Delta t = \bar{\tau} - \bar{t}_L, \quad \sigma_\Delta = \sqrt{\sigma_\tau^2 + \sigma_t^2}. \quad (8)$$

Функция плотности распределения величины  $\Delta t$  имеет вид

$$f(\Delta t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_\Delta} e^{-\frac{(\Delta t - \bar{\Delta t})^2}{2\sigma_\Delta^2}} \quad (9)$$

Условием отсутствия оперативных отказов будет  $\Delta t < 0$ . Вероятность этого события равна

$$P_{\text{CB}} = P\{\Delta t < 0\} = \int_{-\infty}^0 f(\Delta t) d\Delta t = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\Delta}} \int_{-\infty}^0 e^{-\frac{(\Delta t - \bar{\Delta t})^2}{2\sigma_{\Delta}^2}} d\Delta t. \quad (10)$$

Введем новую переменную

$$t = \frac{\Delta t - \bar{\Delta t}}{\sigma_{\Delta}}, \quad dt = \frac{d\Delta t}{\sigma_{\Delta}}$$

При подстановке этих значений в (10) получим

$$P_{\text{CB}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{-\frac{\bar{\Delta t}}{\sigma_{\Delta}}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt = 0,5 + \Phi_0\left(\frac{\bar{\Delta t}}{\sigma_{\Delta}}\right), \quad (11)$$

где  $\Phi_0\left(\frac{\bar{\Delta t}}{\sigma_{\Delta}}\right)$  – функция Лапласа.

Формула (11) может применяться для вычисления вероятности отсутствия оперативных отказов.

### 1.2.7. Мотивы и цели деятельности

Всякая деятельность исходит из определенных мотивов и направлена на достижение определенных целей. Отношение «мотив – цель» – это своего рода «вектор», задающий ее направленность и интенсивность. В общем смысле *мотив – это то, что побуждает человека к деятельности, а цель – то, чего он стремится достигнуть в процессе ее выполнения*. Для человека мотив выступает как непосредственная субъективно переживаемая побудительная сила, как непосредственная причина его деятельности. При этом источник мотива нередко усматривают в мышлении, в сознании.

Однако действительной основой мотива являются потребности человека, т. е. объективная необходимость – его нужда в веществе, энергии, информации. Именно в потребностях, выступающих как объективная необходимость, нужно искать «пружины» человеческой деятельности. Мотив – это форма их субъективного отражения. При этом в мотивах отражаются не только индивидуальные потребности, но и потребности общества. Уровень мотивации определяется именно тем, в какой мере в мотивах данного человека отражаются обществен-

ные потребности: чем больше в них представлены эти потребности, тем выше оценивается и уровень мотивации.

В течение жизни у каждого человека формируется определенная система мотивов, одни из которых становятся доминирующими, другие – подчиненными. Эту систему называют мотивационной сферой. Ее формирование у оператора – важнейшая воспитательная задача. Например, деятельность летчика непрерывно связана с преодолением трудностей, опасностью и риском. В этих условиях ведущий мотив (желание летать) должен иметь такой уровень и такую силу, которые бы могли обеспечить в любых самых сложных условиях необходимую мобилизацию способностей человека, его резервов.

Анализ мотивов и лежащих в их основе потребностей дает ответ на вопрос, почему тот или иной человек занимается такой-то деятельностью. Но какова именно будет эта деятельность, что будет делать человек – это и характеризует его цели. В конкретной деятельности система мотивов «замыкается» на определенную цель, которая формирует содержание этой деятельности.

Цели, которые человек перед собой ставит, так же, как и мотивы, представляют собой сложную иерархическую развивающуюся систему. То, какая цель окажется в том или ином случае ведущей, зависит от конкретных условий развития личности, прежде всего ее морально-психологических качеств.

Отношения мотивов и целей весьма сложны и динамичны. В одних случаях цели и мотивы могут расходиться и даже вызывать ситуацию внутренних противоречий, в других они создают гармоничное единство. При определенных условиях происходит смещение мотива на цель (т. е. то, что на ранних этапах овладения деятельностью было целью, превращается в ее мотив).

Остановимся еще на одной закономерности мотивации, непосредственно связанной с данным вопросом. Речь пойдет об исследованиях американского психолога Дж. Аткинсона (1957), который изучал, как влияет трудность задания на силу мотивации к его выполнению. Автор провел экспериментальное исследование, в котором испытуемые, действуя в игровой ситуации, должны были издали набрасывать кольца на соответствующий стержень. Расстояние, с которого бросались кольца (т. е. степень трудности задачи), испытуемые выбирали сами. По тем расстояниям, которые чаще всего выбирались, выводилось суждение о степени трудности заданий, на которые испытуемые были наиболее мотивированы.

На основе анализа результатов этих исследований Дж. Аткинсон пришел к заключению, что люди выбирают задание той или иной степени трудности, исходя главным образом из мотивационной диспозиции: устремленности к успеху или же к избеганию неудачи. Причем в зависимости от того, какая из этих двух

диспозиций оказывается у них доминирующей, будут определяться их мотивационные предпочтения к решению задач той или иной степени трудности.

Исходя из этих позиций, с помощью ряда чисто логических рассуждений Дж. Аткинсон вывел ряд закономерностей, определяющих связь между уровнем мотивации субъекта к выполнению той или иной деятельности и степенью ее трудности (при разных доминирующих диспозициях). Эти закономерности получили название теории мотивации достижения, сущность их представлена на рис. 1.9.

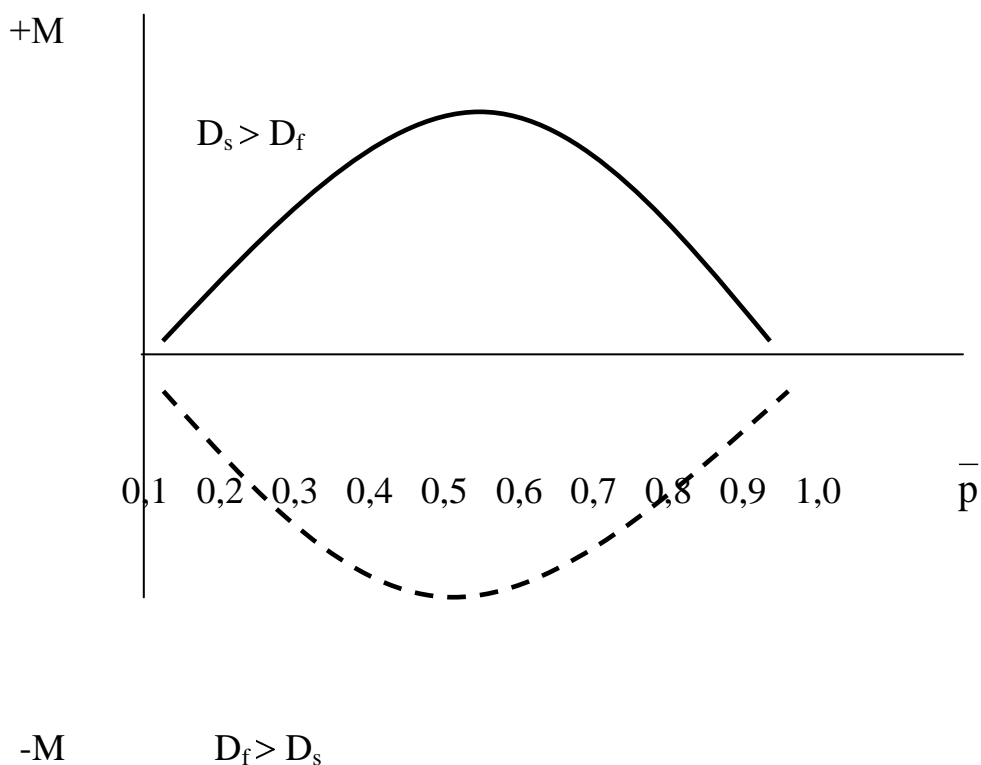


Рис. 1.9. Зависимость мотивации к деятельности (M) от доминирования диспозиции к достижению успеха ( $D_s$ ) или диспозиции избегания неудачи ( $D_f$ )

На горизонтальной оси этого графика отложен показатель вероятности недостижения цели ( $\bar{p}$ ), символизирующий степень трудности решаемых задач, а на вертикальной – уровень мотивации к их решению (причем мотивация может быть положительной и отрицательной).

Верхняя (сплошная) кривая построена для случая, когда диспозиция устремления к успеху преобладает над диспозицией избегания неудачи ( $D_s > D_f$ ), нижняя (пунктирная) кривая – для случая, когда, наоборот, диспозиция избегания неудачи оказывается сильнее диспозиции к достижению успеха ( $D_f > D_s$ ).

Как можно заключить из рис. 1.9, люди с преобладающей диспозицией к успеху наиболее мотивированы к решению задач средней сложности (где  $\bar{p} = 0,5$ ). Их



не привлекают чрезмерно простые задачи (в которых  $\bar{p}$  близка к нулю), а также чрезмерно сложные (где  $\bar{p}$  близка к единице и нет надежд на успех).

Мотивация же тех, кто в своей деятельности более устремлен к избеганию неудачи ( $D_f > D_s$ ), подчинена совсем другим закономерностям. Прежде всего обращает на себя внимание тот факт, что такая диспозиция, как видно по рис. 1.9, связана лишь с отрицательной мотивацией к выполнению деятельности. При возникновении простых задач (где  $\bar{p}$  мала) отрицательное воздействие такой мотивации невелико. Это означает, что люди с подобной диспозицией предпочитают задачи малой степени трудности. Отрицательная мотивация к решению чрезмерно трудных задач (когда  $\bar{p}$  приближается к единице) здесь тоже небольшая. Объяснить это можно тем, что в задачах очень высокой трудности неудача не является постыдной: она не грозит ни престижу, ни репутации человека. Наибольшая же отрицательная мотивация к деятельности у людей с преобладающей диспозицией к избеганию неудачи возникает в задачах средней трудности (при  $\bar{p} = 0,5$ ) – задачах, которые предпочитают выполнять те, кто более ориентирован на достижение успеха. Таковы основные выводы теории мотивации достижения.

### **1.3. ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ**

#### **1.3.1. Классификация средств отображения информации (СОИ)**

Средства отображения информации (СОИ) предназначены для предъявления человеку данных, характеризующих состояние объекта управления или его параметры, ход рабочего процесса, состояние каналов связи и т.д. Эти данные можно предъявлять человеку в количественной и качественной форме.

Объём, состав и форма предъявления информации должны соответствовать как решаемым задачам, так и психологическим возможностям человека.

СОИ классифицируются следующим образом.

*По модальности сигнала:*

- визуальные;
- акустические;
- проприоцептивные;
- тактильные.

*По функции выдаваемой информации:*

- командные;

– ситуационные.

*По способу использования показаний:*

– для количественного чтения;

– для качественного чтения.

*По форме сигнала:*

– абстрактные;

– изобразительные.

*По степени детализации:*

– интегральные;

– детальные.

Наиболее часто используется классификация по модальности сигнала, которая отражает воздействие СОИ на органы чувств.

Группы и подгруппы индикаторов, разделенных по этому признаку, приведены в табл. 1.2. Так как наибольшее количество информации человек получает через зрительный анализатор, то наиболее распространены визуальные СОИ.

Таблица 1.2

Группы и подгруппы индикаторов

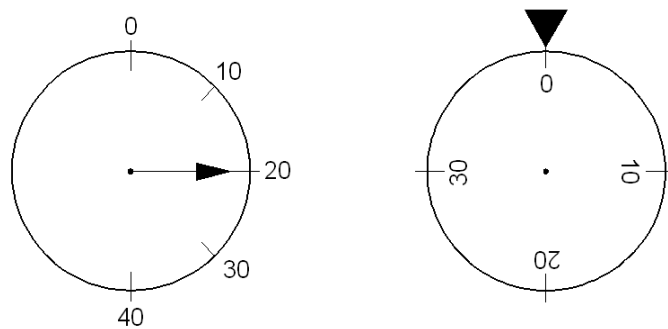
Группа	Подгруппа	Средства, используемые для выделения каждого индикатора
Визуальные	Условные, световые, изобразительные шкальные и цифровые, печатный материал, комплексные системы	Яркость, контрастность, временные характеристики, цвет, текстура, движение, расстояние, информационная емкость, способ кодирования
Акустические	Речевые, сложные неречевые, использующие чистые тона	Частота, громкость, отношение сигнала к шуму, конфигурация, тембр, направление источника звука, временные характеристики
Тактильные	Вибрационные	Вибрация, интенсивность, конфигурация, текстура, движение, временные характеристики
Проприоцептивные	Статические, динамические	Градация механических воздействий: силовых, перемещательных, колебательных

### 1.3.2. Требования к стрелочным и шкальным индикаторам

*Стрелочные и шкальные индикаторы* являются самыми простыми приборами, которые передают как качественную, так и количественную информацию.

Приведём некоторые требования и рекомендации по конструированию и выбору стрелочных индикаторов.

Для лёгкости чтения цифры ориентируются в соответствии с типом используемой шкалы. При этом движение стрелки по неподвижной шкале пред-



почтительнее подвижной шкалы с неподвижной стрелкой (рис. 1.10).

Рис. 1.10. Ориентация цифр на шкалах приборов

Между началом и концом неполной круговой шкалы должен быть видимый промежуток, значение которого больше основного деления (рис. 1.11).

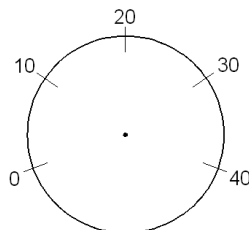


Рис. 1.11. Оформление неполной круговой шкалы

Цифры должны возрастать в направлении движения часовой стрелки, слева направо или снизу вверх (рис. 1.12).

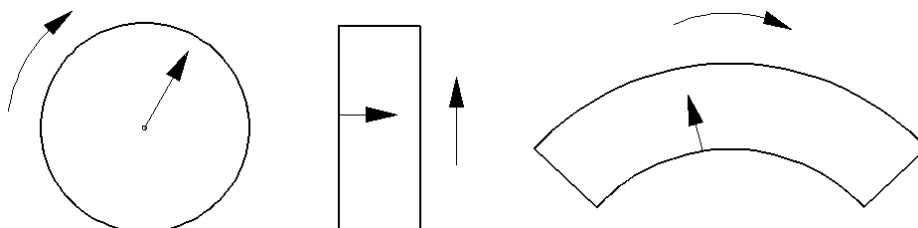
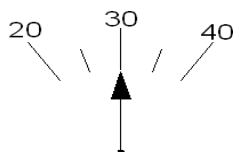


Рис. 1.12. Направление возрастания оцифровки шкал

Указатели и деления шкалы должны располагаться так, чтобы указатель был близок к делениям, но не перекрывал оцифровку. Расстояние между концом стрелки и делением шкалы должно быть минимальным, не более 1,5 мм



(рис. 1.13).

Рис. 1.13. Взаимное расположение делений и указателя

Стрелку рекомендуется использовать простой клиновидной формы, кончик её по ширине должен быть таким же, как самое малое деление. Стрелку и деления следует окрашивать в одинаковый цвет.

Шкалы приборов, несущих наиболее важную информацию, должны иметь диаметр 120 – 130 мм, менее важную – 70 – 80 мм, остальные – 50 мм.

Наиболее удобны для чтения десятичные модули оцифровки. Числа отсчета должны содержать не более двух цифр. Число делений должно позволять легко считывать показания (рис. 1.14.)

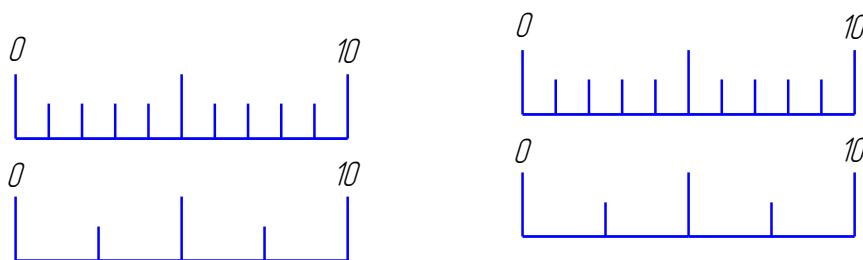


Рис. 1.14. Модуль оцифровки и число делений шкалы

Цветовое деление зон по шкале приборов способствует быстрому определению состояния объекта: зелёный – нормально, жёлтый – предупреждение, красный – опасность (рис. 1.15).



Рис. 1.15. Цветовое деление шкалы прибора

### 1.3.3. Требования к СОИ на электронно-лучевых трубках

К СОИ на электронно-лучевых трубках предъявляются требования по яркости, контрасту и цвету, размерам экрана и символов, частоте мелькания изображения, мощности дозы рентгеновского излучения.

Оптимальной считается та яркость, при которой максимально проявляются контрастная чувствительность глаза, острота зрения и быстрота различения сигналов. Нижней комфортной границей уровня яркости светящихся сигналов можно считать  $30 \text{ кд/м}^2$ , яркость свечения экрана должна быть не менее  $0,5 \text{ кд/м}^2$ .

*Видимый яркостный контраст  $K$  вычисляют как отношение разности яркостей сигнала  $B_O$  и фона  $B_\Phi$  к большей яркости.*

Различают прямой и обратный контраст: если объект темнее фона, контраст называют *прямым*, если ярче фона – *обратным*.

$$\text{При } B_\Phi > B_O \quad K = \frac{B_\Phi - B_O}{B_\Phi} \cdot 100 \%,$$

$$\text{при } B_O > B_\Phi \quad K = \frac{B_O - B_\Phi}{B_O} \cdot 100 \%.$$

При обратном контрасте яркостный контраст должен находиться в пределах 85 – 90 % с возможностью регулировки яркости знака, а при прямом – 75 – 80 % с возможностью регулировки яркости экрана.

Прямой контраст предпочтительнее обратного. Оптимальное соотношение яркостей между экраном дисплея, его ближайшим окружением и дальним окружением (периферийная зрительная зона) составляет 5:2:1.

Вопрос об использовании *цвета* при воспроизведении информации на экране требуется решать в каждом конкретном случае путём тщательного анализа и исследования. Следует иметь в виду, что максимальное проявление остроты зрения находится в жёлто-зелёной области спектра, скорость различения цветных светящихся знаков минимальна для крайних цветов спектра, при увеличении насыщенности цвета символы воспринимаются лучше.

*Размер экрана и символов* на экране необходимо выбирать с учётом требуемого объёма предъявляемой информации, лёгкости её считывания и длительности работы с экраном. Основные ограничения на размеры связаны со стремлением обеспечить оптимальные углы обзора и оптимальную остроту зрения.

*Размер полезной площади экрана* должен находиться в пределах  $30^\circ$  по вертикали и горизонтали от нормальной линии взора, когда знаки опознаются

без поворота головы, а мышцы глаз, шеи и плеч не напряжены. Плоскость экрана располагается перпендикулярно к нормальной линии зрения.

*Расстояние считывания информации* с экрана может быть от 400 мм и более.

Для дисплеев на ЭЛТ оптимальный размер буквенно-цифровых знаков при оптимальных характеристиках яркости и контраста составляет 16 – 20', для сложных знаков – 35 – 40', присимвольных индексов – 10'.

Оптимальное соотношение основных параметров букв и цифр следующее:

ширина знаков	0,75 h;
толщина линий	
при прямом контрасте	(1/6 – 1/8) h;
при обратном контрасте	(1/10 – 1/13) h;
расстояние между знаками	(0,25 – 0,5) h;
расстояние между словами	(0,75 – 1,0) h;
расстояние между строками	(0,5 – 1,0) h,

где h – высота знака.

Чтобы световые импульсы воспринимались как непрерывный сигнал, *частота мельканий* знака должна быть больше или равна критической, которая определяется по формуле

$$KЧМ = a \lg B + b,$$

где B – яркость изображения, кд/м<sup>2</sup>;

a и b – константы, зависящие от размеров и конфигурации знаков.

*Мощность дозы рентгеновского излучения* трубки не должна превышать 100 мкР/ч.

### Контрольные вопросы

1. Что такое эргономика?
2. Перечислите формы трудовой деятельности.
3. Назовите причины утомления.
4. Как меняется работоспособность в течение смены?
5. Какие задачи решаются при построении рациональных режимов труда и отдыха?
6. Что такое тяжесть и напряженность труда?
7. Какие показатели учитываются при определении класса условий труда по напряженности?
8. Из каких элементов состоит рефлекторная дуга?
9. Что такое анализатор?

10. Сформулируйте закон Вебера – Фехнера.
11. Какие основные психические процессы участвуют в приеме информации?
12. Какие виды памяти Вы знаете?
13. В чем выражается влияние психических состояний на несчастные случаи?
14. Как влияет стресс на продуктивность поведения? Сформулируйте закон Йеркса – Додсона.
15. Какие факторы влияют на надежность оператора?
16. В чем суть теории мотивации достижения Аткинсона?
17. Как классифицируются средства отображения информации?
18. Какие требования предъявляются к стрелочным индикаторам?
19. Какие требования предъявляются к СОИ на электронно-лучевых трубках?

## 2. БИОФИЗИЧЕСКАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

*Под биофизической совместимостью* подразумевается создание такой окружающей среды, которая обеспечивает приемлемую работоспособность и нормальное физиологическое состояние оператора. Эта задача стыкуется с требованиями охраны труда. Предельные значения для многих факторов окружающей среды установлены Законодательством, однако они не всегда увязаны с функциональными задачами оператора. Поэтому при проектировании и эксплуатации машин появляется необходимость специального исследования значения вредных и опасных факторов производственной среды и приведение их к предельным значениям.

Эти вопросы рассматриваются подробно в соответствующих разделах БЖД в условиях производства (для студентов специальности 330500 – в курсах «Промышленная санитария» и «Производственная безопасность»).



### 3. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

*Энергетическая совместимость предусматривает согласование органов управления машиной с оптимальными возможностями оператора в отношении прилагаемых усилий, затрачиваемой мощности, скорости и точности движений.*

В процессе трудовой деятельности человек выполняет различные рабочие движения и прилагает разные по величине усилия. Рабочие движения рук могут быть связаны с необходимостью переключения органов управления оборудования или с подъемом и перемещением предмета труда и др. Эффективность трудовой деятельности в значительной степени зависит от качества рабочих движений, их рациональности. В тех случаях, когда движения рациональны, экономны, производственное задание выполняется с меньшей затратой энергии. Именно в экономном и рациональном использовании рабочих движений заключены основные резервы и возможности понижения утомления, повышения работоспособности человека, увеличения производительности труда.

В производственных условиях рабочий часто стихийно выбирает какой-то вариант трудовых действий, который часто не является оптимальным. Этот вариант становится привычным для него и сохраняется в таком нерациональном виде на долгое время. Для того чтобы предупредить подобные случаи, при проектировании трудового процесса необходимо иметь в виду структуру и возможности двигательного аппарата человека и организацию рабочего места производить с учетом этих особенностей.

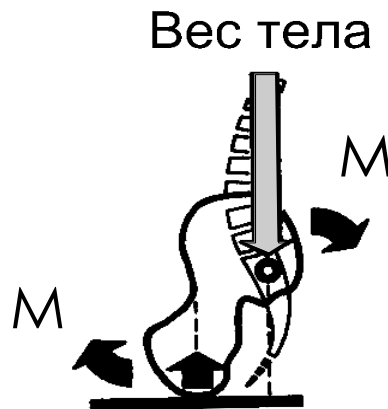
#### 3.1. БИОМЕХАНИКА ПОЗЫ СИДЯ

Идеальными являются рабочие места, на которых можно по выбору работать сидя или стоя. Однако это редко осуществимо. В тех случаях, когда можно выбирать, действует правило: не делать стоя то, что можно сделать сидя.

Преимущества работы сидя определяются: меньшими затратами энергии (они лишь на 5 – 15 % больше, чем в положении лежа; даже при удобном положении стоя подобное превышение составляет 15 – 30 %); меньшим застоем крови в нижних конечностях (что особенно важно для работающих женщин); лучшими условиями для выполнения точной и тонкой работы, возможностью использовать для управления нижние конечности.

Однако и работа сидя не лишена недостатков. Общеизвестны болезни, вызванные сидячей работой. Хорошо сконструированное место для работы сидя должно предупреждать их появление.

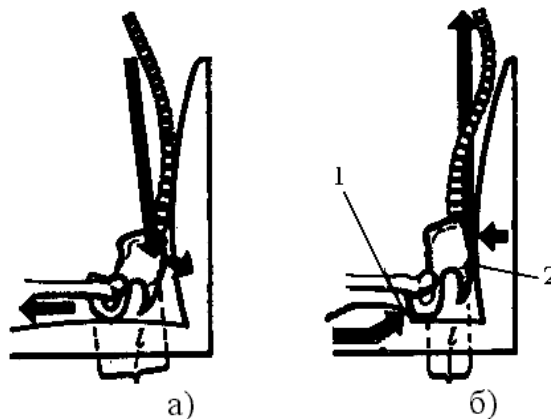
При сидении человека на опоре без поддерживающей спинки силы реакции опоры, вызванные действием веса частей тела, расположенных выше таза, приложены к сидалищным буграм (рис. 3.1).



**Рис. 3.1. Возникновение момента вращения  $M$  в позе сидя**

В результате на таз человека действует момент вращения, который при расслабленной мускулатуре приводит к повороту таза, сползанию вперед и опрокидыванию туловища назад.

Действие этого момента может быть до некоторой степени нейтрализовано опорой о спинку и подбором материала для сиденья с большим коэффициентом



трения (рис. 3.2).

**Рис. 3.2. Влияние профиля сидения на положение позвоночника:**

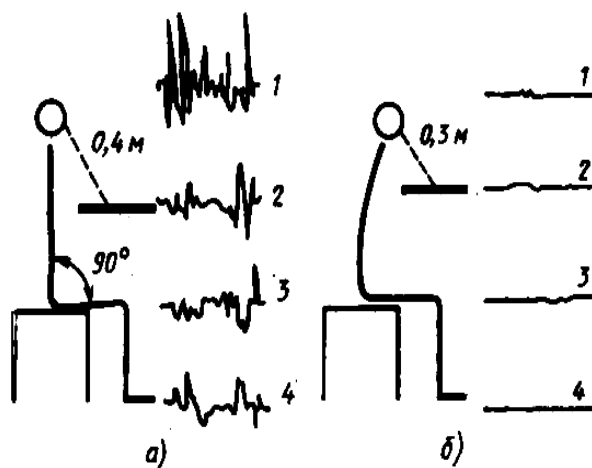
**а) – плоское сидение; б) – изогнутое сидение; 1 – опорная подушечка;  
2 – прочная опора**

На рис. 3.2, а изображено плоское сиденье; вес верхней части корпуса создает момент вращения, действующий на таз, при этом сидалищные бугры

сползают вперед, а позвоночник неестественно изгибается; такая поза неудобна, часто ведет к повреждениям или к болезненным сдвигам в области таза. Изогнутое сиденье (рис. 3.2, б), имеющее, например, опорную подушечку, уменьшает скольжение вперед. Прочная опора в области поясницы поддерживает таз, который занимает анатомически правильное положение; туловище может быть расслаблено.

Поскольку длительное сохранение такой позы утомительно, человек вынужден перемещать туловище вперед. Он может это делать двумя способами. В первом случае спина остается прямой, поясничный лордоз (прогиб позвоночника вперед) сохраняется и человек приобретает позу, соответствующую осанке, которую обычно считают правильной (рис. 3.3, а). Главный недостаток - чрезмерно большое расстояние от глаз до рабочей поверхности, что делает затруднительным работу с мелкими деталями, чтение и письмо.

Рис. 3.3. ЭМГ мышц спины при правильной осанке, соответствующей стро



го вертикальному положению (а) и в расслабленном состоянии при слегка наклоненном корпусе (б): 1 – трапецевидная мышца; 2 – широчайшая мышца спины; 3 – правая мышца, выпрямляющая позвоночник; 4 – левая мышца, выпрямляющая позвоночник

Другой вариант (гораздо более распространенный) состоит в том, что работающий наклоняется вперед (примерно так, как показано на рис. 3.3, б), располагая центр тяжести верхней части тела приближая глаза к рабочей поверхности. Именно в такой позе чаще всего работают. При этом степень активности многих мышц действительно снижается. Однако силы, действующие на пояснично-крестцовое сочленение в такой позе, могут возрастать

(рис. 3.4). Кроме того, при определенных положениях тела становится крайне неблагоприятной нагрузка, приходящаяся на межпозвоночные диски.

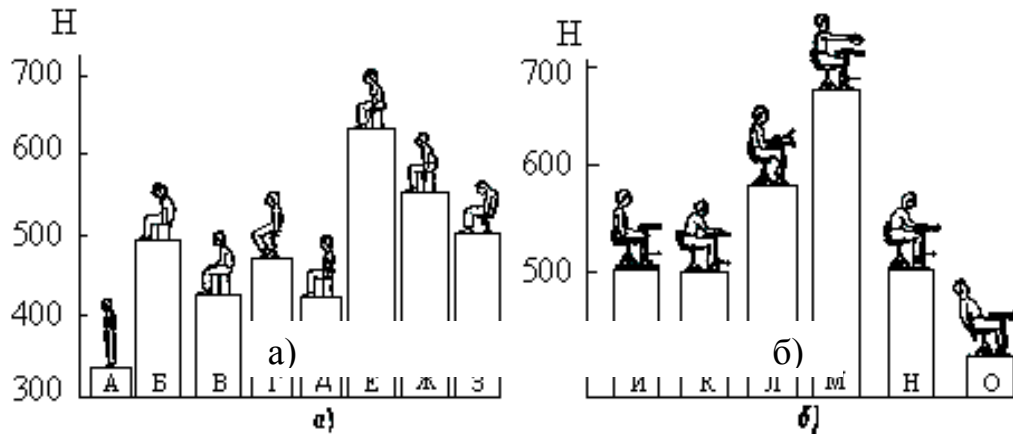
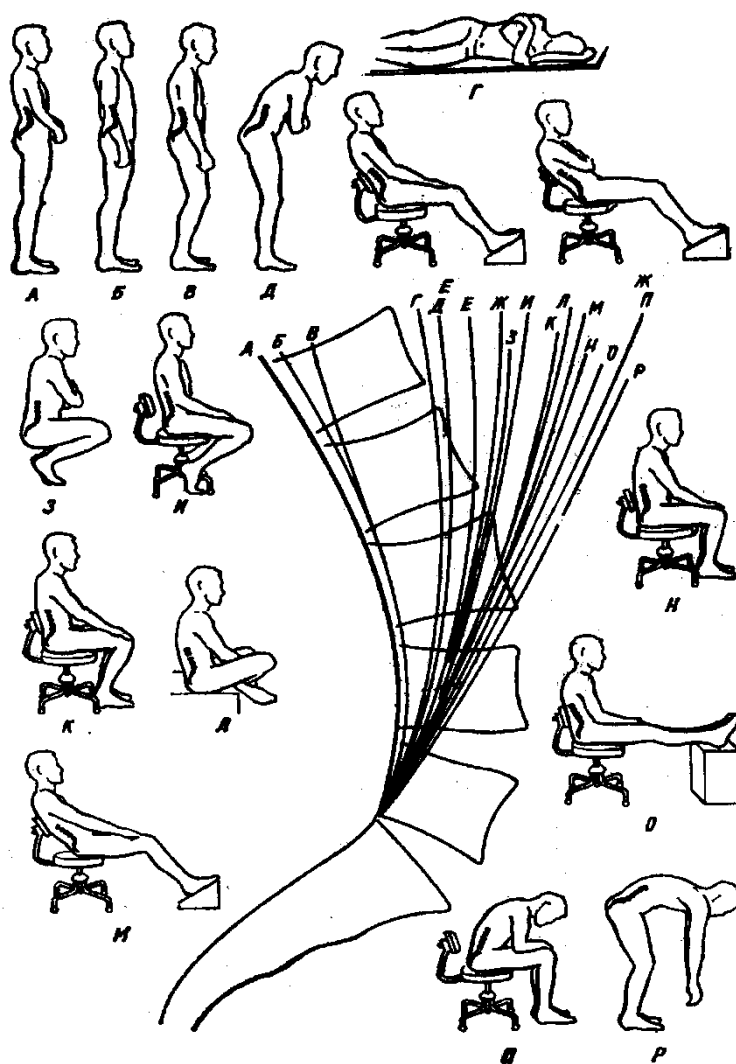


Рис. 3.4. Диаграмма компрессионной силы  $H$ , действующей на пояснично-крестцовое сочленение: а) сидя на табуретке (без спинки): А – расслабленная поза стоя; Б - расслабленная поза сидя; В - руки на коленях; Г - ноги на весу; Д - выпрямившись; Е - наклон вперед; Ж - наклон вперед, спина прямая; З - отодвинувшись назад; б) сидя на кресле: И - руки свободно свешены вниз; К - писание; Л - печатание на машинке; М - руки вытянуты вперед; Н - нажимание ногой на педаль; О - расслабленная поза

Поза «сидя» не всегда позволяет равномерно распределить нагрузку на передний и задний отделы межпозвоночного диска, что приводит к концентрации давления в нем.

На рис. 3.5. показано, как изменяется поясничная кривизна позвоночного столба при разных позах – от положения стоя (поза А) до наклона вперед, когда поясничный лордоз почти полностью исчезает (поза Р). Эти данные получены из рентгенограмм, которые накладывались друг на друга так, что крестцовые отделы позвоночного столба совпадали.

Рис. 3.5. Изменение поясничной кривизны позвоночника



### 3.2.1. Легкая физическая работа, выполняемая на месте

Длительное пребывание в позе стоя, даже при условии, если операции не требуют высоких мышечных усилий, приведут к утомлению. При этом мышцы нижних конечностей статически напряжены, что ведет к снижению их кровоснабжения (вследствие сдавливания кровеносных капилляров), а венозный отток крови от нижних конечностей к сердцу затруднен (вследствие того, что не действует так называемый мышечный насос; при ритмическом сокращении мышц кровь в венах как бы выдавливается по направлению к сердцу; при статическом напряжении этого не происходит). Хотя потребность в увеличенном

притоке крови к мышцам не очень большая, в результате мышцы могут испытывать недостаток кислорода (рис. 3.6) и в то же время в венах нижних конечностей могут накапливаться кровь и лимфа, что внешне выражается в отеке ног.

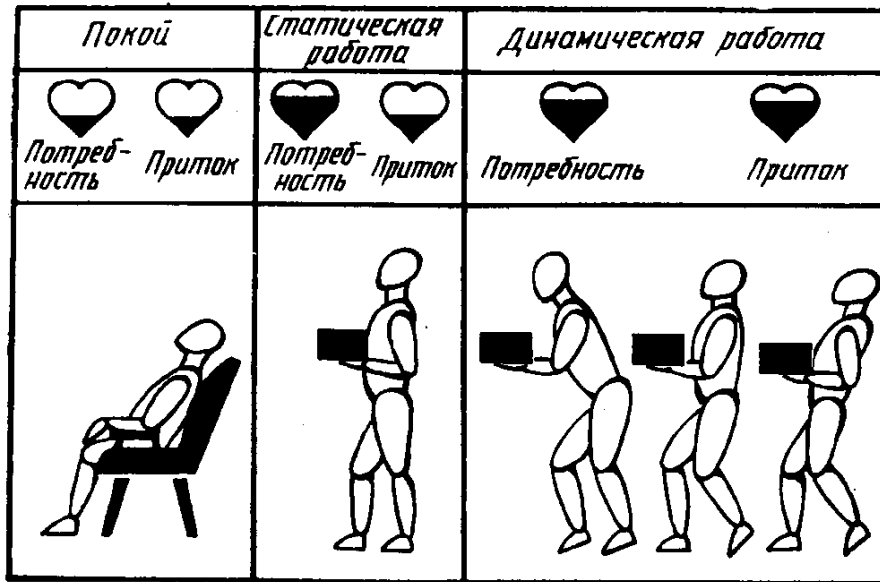


Рис. 3.6. Кровоснабжение мышц ног при различных режимах деятельности

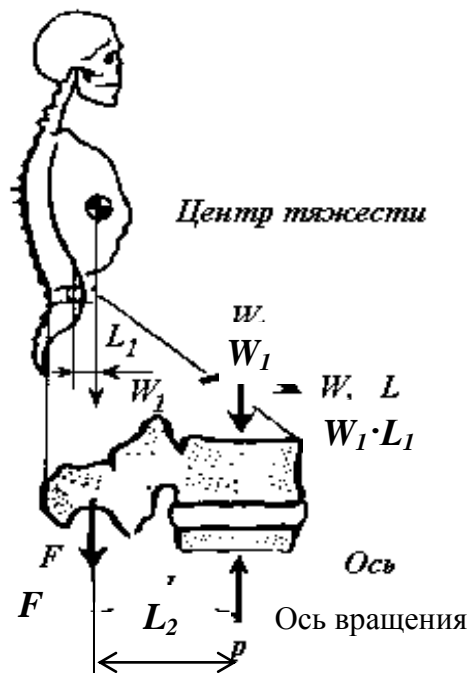
Другое слабое звено при работе стоя – поясничная область. Механические нагрузки, действующие на межпозвоночные диски при положении стоя, могут превышать вес тела. Рассмотрим механизм возникновения этих нагрузок.

Из условия равенства моментов  $W_1 L_1$  и  $F L_2$  (рис.3.7) получаем

$$F = (L_1 / L_2) \cdot W_1.$$

Сила, действующая на позвоночный диск:

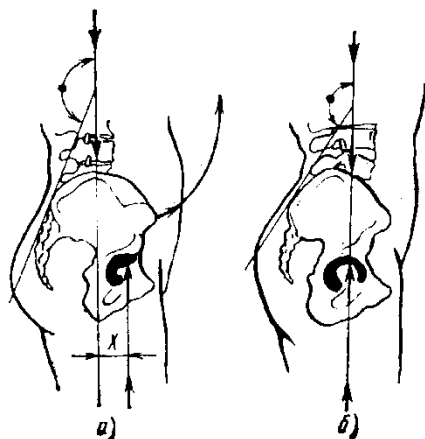
$$P = W_1 + F \quad \text{или} \quad P = W_1 \cdot (1 + L_1 / L_2).$$



**Рис. 3.7. Механизм создания механической нагрузки на межпозвоночные диски:  $W_1$  - вес вышележащих частей тела;  $L_1$  - плечо силы  $W_1$ ,  $F$  - сила мышц, разгибающих позвоночник;  $L_2$  - ее плечо**

Мышцы и особенно связки позвоночного столба расположены близко от оси вращения, и поэтому проявляемая ими сила должна в несколько раз превосходить вес поднимаемого груза и вышележащих частей тела. Именно эта сила влияет на механическую нагрузку, которая приходится на межпозвоночные диски.

У большинства женщин при положении стоя, кроме того, в силу особенностей телосложения возникает еще пара сил, действующих относительно тазобедренного сустава. При этом основание крестцовой кости (место соединения крестца с нижней поверхностью пятого поясничного позвонка) у женщин располагается сзади от фронтальной оси тазобедренных суставов (у мужчин их вертикальные проекции практически совпадают (рис. 3.8), что создает для них дополнительные трудности при подъеме тяжестей; один и тот же поднимаемый груз для женщин примерно на 15 % тяжелее.



а)

б)

Рис. 3.8. Анатомическое строение пояснично-крестцового сочленения и тазобедренного сустава у женщин (а) и у мужчин (б)

С эргономической точки зрения элементы рационализации работ стоя сводятся к определению оптимальных покрытий полов и обуви, совершенствованию рабочей позы и оптимизации режимов труда и отдыха. Для облегчения рабочей позы стоя применяют подставки для одной из ног (рис. 3.9).

Такие подставки уменьшают нагрузки на межпозвоночные диски и рекомендуются для использования не только рабочим, но и хирургам, поварам, домашним хозяйкам и пр.

### 3.2.2. Тяжелая физическая работа

Результаты многочисленных исследований свидетельствуют, что при поднимании тяжестей на межпозвоночные диски поясничной области действуют очень большие механические нагрузки, приближающиеся иногда к пределу их механической прочности.



Рис. 3.9. Подставки для ног

Поэтому актуальна задача максимально возможного снижения нагрузки, приходящейся на поясничную область. Это достигается правильной техникой



подъема груза, использованием поясов и корсетов и нормированием веса, размера и положения груза по отношению к рабочему.

Рекомендации сводятся к следующему: при подъеме груза приседать, а не наклоняться; сохранять при подъеме естественную кривизну позвоночника (поясничный лордоз) и поднимать грузы не рывком, а медленным и плавным движением.

Предложенным вариантам подъема тяжестей необходимо обучать. Механическая нагрузка на позвоночник, помимо массы поднимаемого груза, определяется его размерами и положением. Имеет также значение наличие ручек на поднимаемом предмете.

Чем больше размеры поднимаемого предмета, тем дальше располагается его центр тяжести от тела и тем больший момент приходится развивать мышцам-разгибателям позвоночного столба при его подъеме (подробнее см. ниже). Что касается положения груза, то имеют значение два обстоятельства.

Положение груза влияет на глубину наклона туловища при подъеме и его поворот. При наклоне туловища вперед активность мышц, разгибающих позвоночный столб, сначала увеличивается, но затем, при более глубоком наклоне, практически полностью исчезает (рис. 3.10.). Нагрузку при этом берут на себя связки и фасции спины. Поскольку они расположены близко от оси вращения, то должны оказывать сильное противодействие моменту тяжести.

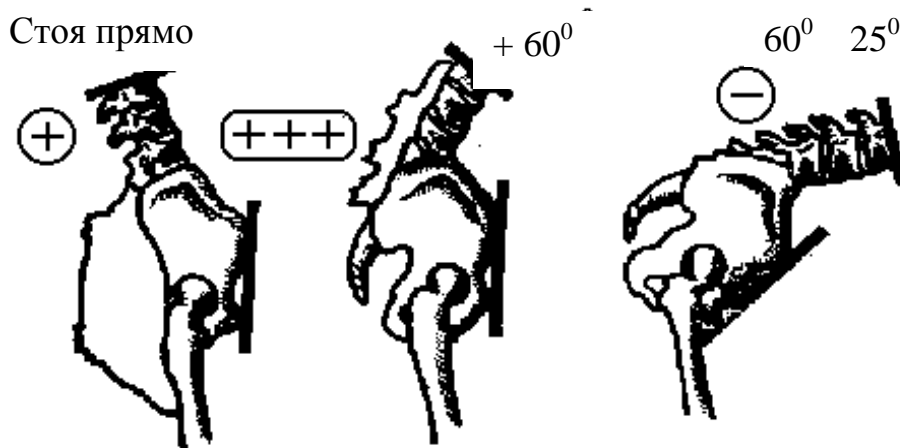


Рис. 3.10. Активность мышц, разгибающих позвоночный столб:  
+++ - большая электрическая активность; + - слабая активность;  
— — отсутствие активности

При повороте туловища наиболее опасными являются не компрессионные, и торсионные нагрузки.

Нормироваться должен не поднимаемый груз сам по себе, а создаваемая этим грузом механическая нагрузка, которая зависит не только от массы груза, но и от способа его подъема.

### 3.2.3. Ходьба. Требования к обуви

Применительно к ходьбе задача эргономической биомеханики состоит в обеспечении безопасных и комфортных условий передвижения.

Различные участки стопы в разные фазы ходьбы и бега испытывают неодинаковое давление (рис. 3.11). Типичной для ходьбы является следующая картина: давление, действующее при первом соприкосновении стопы с опорой в области пятки, перемещается в переднем отделе стопы и, достигая максимума в области плюсневых костей, уменьшается при отрыве пальцев от опоры.

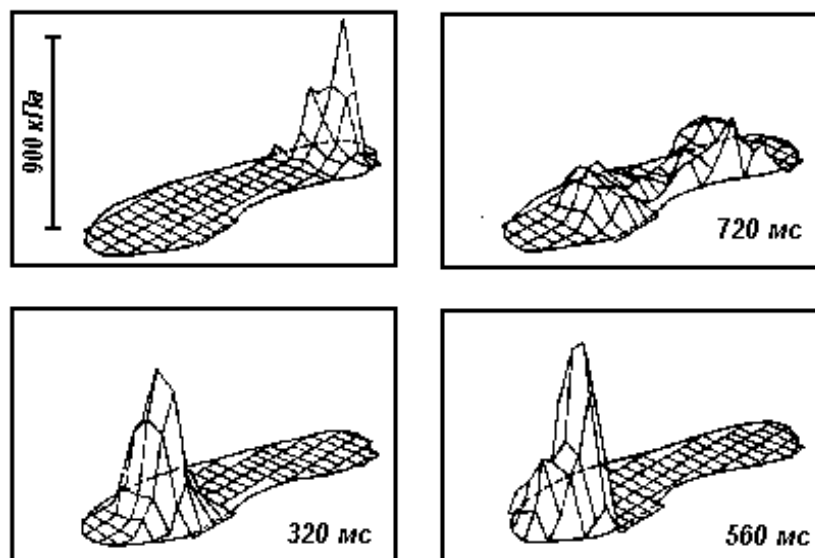


Рис. 3.11. Распределение нагрузки по стопе при ходьбе в различное время с момента начала движения

Центр давления равномерно переходит от боковой стороны пятки к большому пальцу. Средняя частота шагов при естественной ходьбе варьируя в довольно широких пределах от 40 до 180 шагов в минуту.

Из других характеристик ходьбы упомянем ширину постановки стоп. При ходьбе по ровной поверхности она составляет у мужчин 120 мм, у женщин 40 мм. При ходьбе с грузом или по лестнице ширина постановки стоп увеличивается. Это, к сожалению, не всегда учитывается конструкторами.

Нагрузку на ноги можно значительно уменьшить, применяя правильно сконструированную обувь. Можно выделить ряд биомеханических требований к обуви.

*Распределение нагрузки по стопе.* Т. е. отсутствие чрезмерной концентрации давления на каких-либо участках.

На распределение нагрузки на участки стопы влияют высота каблука и опорная жесткость обуви.

*Высота каблука.* Распределение парциальных нагрузок (рис. 3.12) в здоровой стопе при стоянии примерно соответствует соотношению: задний отдел 56 %, передний отдел 44 %. Подобный уровень нагрузок сохраняется в условиях 8-часового рабочего дня. Применение обуви с различной высотой каблука приводит к перераспределению нагрузок, действующих на передний и задний отделы стопы.

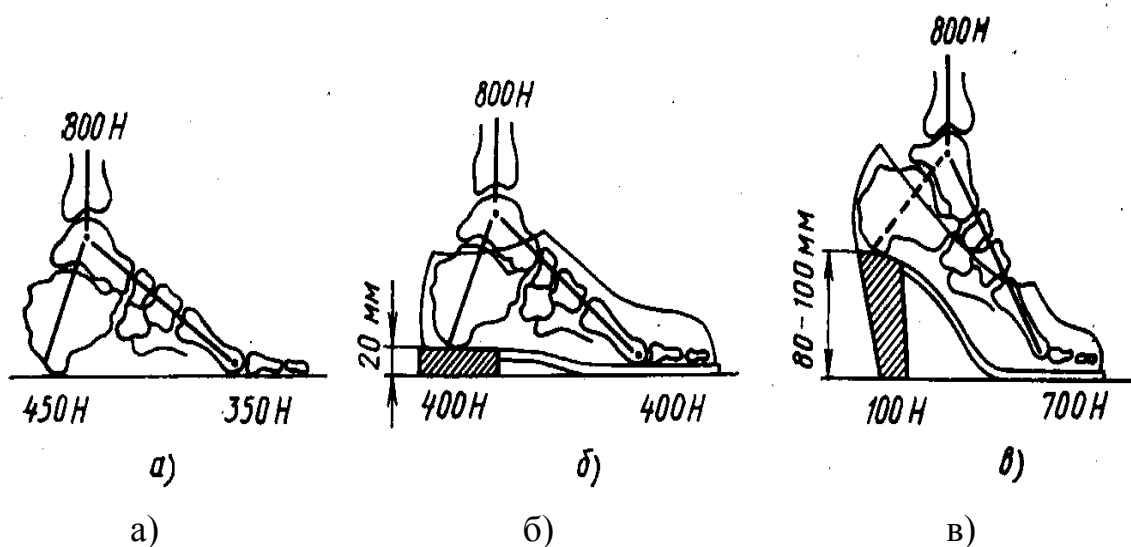


Рис. 3.12. Распределение парциальных нагрузок:  
а - без обуви; б, в - в обуви с различной высотой каблука

*Опорная жесткость обуви.* Под опорной жесткостью понимается способность низа обуви приформовываться к стопе. В результате экспериментов установлены материалы низа обуви и их сочетания, лучше всего приформовывающиеся к стопе.

*Вес обуви* – при передвижении в тяжелой обуви затрачивается значительно больше усилий и энергии, чем при передвижении в легкой обуви.

### 3.2.4. Передвижение по лестницам и пандусам

Подъем по лестнице является довольно большой физической нагрузкой, поэтому желательно, чтобы конструкции лестниц были близки к оптимальным.

Оптимальные размеры ступеней определяются на основе двух групп требований: во-первых, соответствия размеров ступеней размерам тела человека и кинематике и, во-вторых, минимального уровня энергозатрат при подъеме по лестнице. Лестницы, удовлетворяющие этим требованиям, являются в то же время наиболее безопасными.

Помимо лестниц порой используют наклонные плоскости (пандусы). Подъем по лестнице, имеющей тот же угол, что и пандус, более экономичен. Поэтому их рекомендуется использовать при уклонах не более  $10^0 - 12^0$ .

### **3.2.5. Перенос и передвижение тяжестей**

При необходимости переноски грузов желательно нести их так, чтобы тяжесть передавалась непосредственно на туловище. Например, сравнивая разные варианты переноса грузов, можно установить, что перенос груза в руках приводит к дополнительным энергозатратам в сравнении с другими способами (в заплечных мешках, на голове и т. п.). Аналогичные результаты были получены при сравнении двух вариантов переноса груза: на носилках с наплечными лямками и без них. В первом случае работа была значительно более легкой. На этом основании рекомендуется, например, санитарам-носильщикам использовать при работе наплечные лямки.

Предельно допустимые размеры груза, переносимого в двух руках, приведены на рис. 3.14, а. Превышение этих размеров либо не позволяет дотянуться руками до передней кромки груза, либо затрудняет обзор.

При переноске груза в одной руке размеры переносимого предмета должны быть таковы, чтобы его можно было нести на вытянутой руке (рис. 3.14, б). Переносимые таким образом предметы, например чемоданы, должны быть как можно более узкими. Чем уже такой предмет, тем больший груз можно перенести.

Установлена зависимость между предельной величиной груза, переносимого в одной руке, и его шириной: максимально допустимый вес

$$H = 351,2 - 0,169 \times \text{ширина (мм)}.$$

кДж/мин

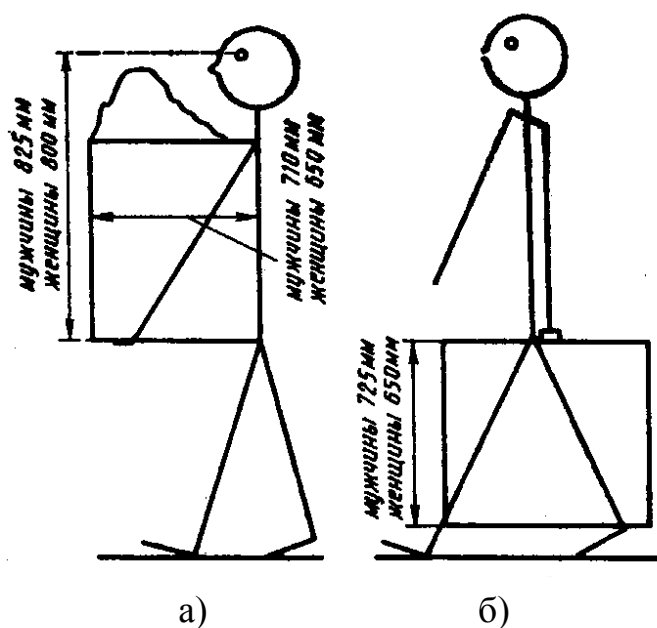


Рис. 3.14. Предельно допустимые размеры груза

Это уравнение выведено для молодых здоровых людей. Для снижения нагрузки на позвоночник предпочтительнее переносить груз в двух руках, это улучшит равновесие.

При перевозке груза в двухколесных тачках (рис. 3.15) более выгодными являются тачки, в которых центр масс расположен над колесами как можно ближе к ним

При перемещении груза в тележках следует обращать внимание на способ передвижения. Тележку лучше толкать от себя, в этом случае нагрузка на межпозвоночные диски меньше. Передвижение груза в тележках предъявляет повышенные требования к трению между подошвами обуви и полом.

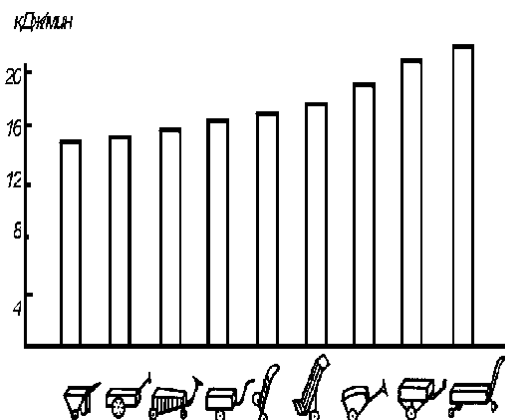


Рис. 3.15. Энергорасход при перевозке груза 500 Н на различных тачках

### **3.3. ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНАМ УПРАВЛЕНИЯ**

ОУ предназначены для передачи управляющих воздействий от оператора к машине и обеспечивают человеку – оператору выполнение требуемого действия с заданной точностью и в пределах допустимого времени.

#### **3.3.1. Учет силовых особенностей организма человека**

В процессе трудовой деятельности человек выполняет различные рабочие движения и прилагает разные по величине усилия. Рабочие движения рук могут быть связаны с необходимостью переключения органов управления оборудования или с подъемом и перемещением предмета труда и др. Эффективность трудовой деятельности в значительной степени зависит от качества рабочих движений, их рациональности. В тех случаях, когда движения рациональны, экономны, производственное задание выполняется с меньшей затратой энергии. Именно в экономном и рациональном использовании рабочих движений заключены основные резервы и возможности понижения утомления, повышения работоспособности человека, увеличения производительности труда.

В производственных условиях рабочий часто стихийно выбирает какой-то вариант трудовых действий, который часто не является оптимальным. Этот вариант становится привычным для него и сохраняется в таком нерациональном виде на долгое время. Для того чтобы предупредить подобные случаи, при проектировании трудового процесса необходимо иметь в виду структуру и возможности двигательного аппарата человека и организацию рабочего места производить с учетом этих особенностей.

Прежде всего необходимо соблюдать принцип экономии движений, который в наиболее простом виде заключается в устранении лишних движений. В этом отношении важное значение приобретает правильная организация рабочего места, когда основные производственные операции выполняются в пределах оптимальной зоны, а второстепенные – в зоне досягаемости. Исключение частых наклонов туловища и переходов достигается также путем рационального размещения предметов оргоснастки. Большое значение имеет постоянство расположения на рабочем месте инструментов, приспособлений, заготовок и др. В этом случае рабочие движения становятся привычными, приобретают автоматизм и требуют для выполнения меньшей затраты внимания, времени и энергии.

Устранения лишних движений можно достигнуть рационализацией трудового процесса путем исключения какого-либо приема.

В тех случаях, когда производственные операции являются слишком простыми, как, например, при работе на некоторых конвейерах, необходимо оценить физиологическую значимость каждого движения. В этих случаях исключение движения как технически неоправданного может привести к еще большему упрощению стереотипа и уменьшению его динамичности и, как следствие этого, еще больше увеличится однообразие и монотонность работы.

Экономия движений может достигаться рациональным использованием активных и пассивных сил. Это означает, что при выполнении рабочего движения необходимо управлять им путем рационального использования силы тяжести и силы инерции. Так, если рабочее движение связано с опусканием руки, то в начале его необходима мышечная сила для преодоления инерции массы руки, в дальнейшем движение может осуществляться по инерции без мышечного напряжения. Чтобы движение было экономичным, надо вначале развить большую скорость (при этом происходит быстрое накопление кинетической энергии), чтобы затем воспользоваться силой инерции.

В зависимости от характера выполняемого производственного задания в рабочих движениях могут участвовать различные звенья двигательного аппарата человека.

Так, работа может выполняться в основном только при помощи пальцев, кисти; кисти и предплечья; кисти, предплечья и плеча с вовлечением корпуса и без него. В каждом случае работающей кинематической цепи должно соответствовать позвенное распределение вводимой в действие мышечной массы. Следует стремиться к тому, чтобы при легкой работе там, где это возможно, в большей степени использовать мелкие мышцы рук (кисти, предплечья) и реже – крупные мышцы (плечевого пояса, поясницы, туловища). Чем больше сочленений участвует в двигательном акте, тем больше расходуется сил и энергии на его выполнение.

При проектировании трудового процесса важно знать, что сила и скорость сокращения различных мышц не одинаковы. В табл. 3.1 приведены величины силы различных мышечных групп руки у мужчин и женщин, зарегистрированные у большого числа лиц.

Скорость движений рук зависит от их направления и траектории, а также от того, какие мышцы принимают участие в этом движении.

Таблица 3.1

Величины силы различных мышечных групп, Н

Показатель	Мужчины	Женщины
Сила руки (сжатие динамометра)		
правой	380	218
левой	355	200
Сила двуглавой мышцы плеча		
правой	274	133
левой	263	128
Сгибание кисти		
правой	274	213
левой	261	203
Разгибание кисти		
правой	230	183
левой	214	164
Сила большого пальца рук		
правой	117	88,3
левой	107	81,5
Становая сила (мышц, выпрямляющих согнутое туловище)	1210	696

Как видно из этой таблицы, сила правой руки больше, чем левой, при этом степень выраженности асимметрии для разных мышечных групп неодинакова – 4 – 8 % величины силы мышц.

Сила мышц изменяется с возрастом. Наибольшая мышечная сила наблюдается в возрасте 20 – 29 лет (в среднем 25 лет), затем она постепенно, а начиная с 50 лет более выражено уменьшается. У лиц возрастной группы 60 – 69 лет мышечная сила на 20 – 45 % ниже, чем у лиц в возрасте 20 – 29 лет.

Сила, развиваемая рукой при движении, зависит от ее положения. В положении стоя наибольшая сила развивается на уровне плеча, в положении сидя – на уровне локтя.

### 3.3.2. Скорость и направление рабочих движений

Диапазон скоростей, развиваемых движущимися руками человека, находится в пределах 0,01 – 8 000 см/с. Наиболее часто используют скорости 5 – 800 см/с.

Скорость движений рук зависит от их направления и траектории, а также от того, какие мышцы принимают участие в этом движении. Так, сгибатели рук сокращаются быстрее, чем разгибатели, но последние могут развить большую



силу. Следовательно, движения к себе и справа – налево (для правой руки) выполняются быстрее, чем от себя и слева – направо, но они проигрывают в силе. Отсюда ясно, что для управления скоростными рычагами целесообразно использовать сгибатели рук, а для силовых рычагов – разгибатели.

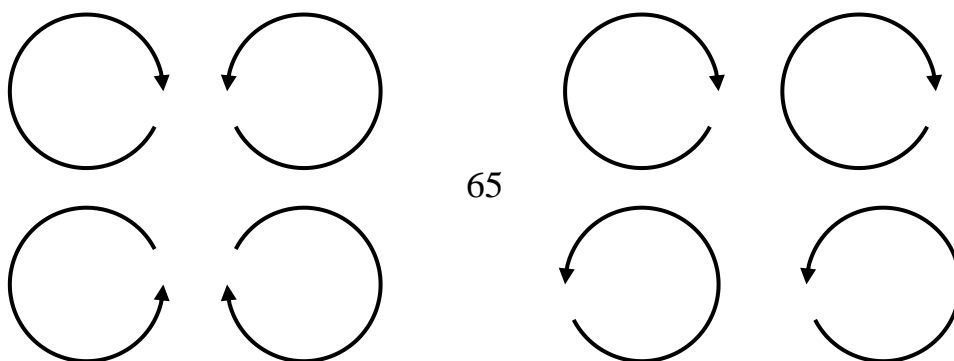
Движения рук в горизонтальном направлении совершаются быстрее и менее утомительны, чем в вертикальном направлении, при частых движениях рука не должна подниматься выше плеча.

Существенное значение имеет траектория движения. Движения по удлиненным траекториям более утомительны, поэтому следует стремиться к коротким траекториям. Вместе с тем прямолинейные движения, являясь наиболее короткими, нежелательны. Вследствие анатомических особенностей соединений звеньев руки, имеющих шаровидную, блоковидную и эллиптическую форму, более естественны и рациональны движения по криволинейным траекториям. Использование прямолинейных траекторий требует дополнительного напряжения мышц, чтобы фиксировать сустав.

Движения рук должны быть ритмичными, простыми и привычными, совершаться в пределах рабочей зоны и поля зрения. Переход от одного вида движения к другому по возможности должен быть плавным, удобным. Плавные закругленные движения быстрее прямолинейных с резким изменением направления. Криволинейные движения и движения по окружности предпочтительнее движений по ломаным траекториям. Известно, что при штукатурных, клеевых и других работах квалифицированные рабочие используют преимущественно криволинейные движения. Выполнение движения по плавной траектории является более рациональным, оно более оправдано анатомо-физиологически, и работа протекает ритмичнее.

Наряду с приведенными выше условиями экономии движений следует иметь в виду, что она может быть также достигнута при соблюдении таких правил, как одновременность движений, их симметричность, ритмичность и др. Это означает, что обе руки должны начинать и заканчивать работу одновременно. При работе одной рукой целесообразно «занять» и другую руку.

Наиболее простыми и быстрыми являются симметричные движения обеих рук в одной плоскости, но противоположно направленные (рис. 3.16, а, в). Труднее совершать движения в одном направлении (рис. 3.16, б, г), еще труднее – последовательные движения, когда одна рука делает движение, только что выполненное другой.



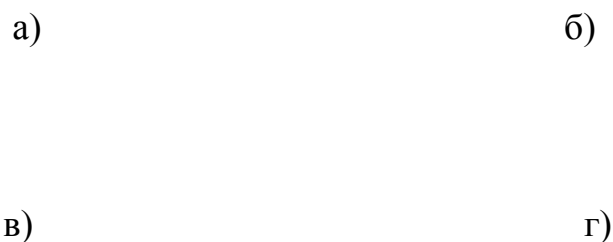


Рис. 3.16. Направления рабочих движений, совершаемых в одной плоскости

Более сложными оказываются движения, совершаемые в разных плоскостях (рис. 3.17, а). Наиболее сложная координация отмечается при станочных работах, когда часто вращательные движения одной руки сочетаются с линейными движениями другой, совершаемыми в другой плоскости (рис. 3.17, б).

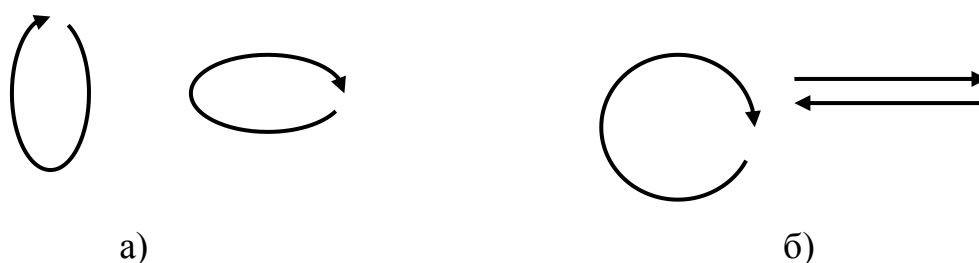


Рис. 3.17. Направления рабочих движений, совершаемых в разных плоскостях

В конструкции органов управления необходимо учитывать сложившиеся у человека стереотипы движений. Вращательное движение по часовой стрелке соответствует прямолинейному движению вправо, вверх, вперед (по отношению к оператору), вращательное движение против часовой стрелки – прямолинейному движению влево, вниз, назад (рис. 3.18).

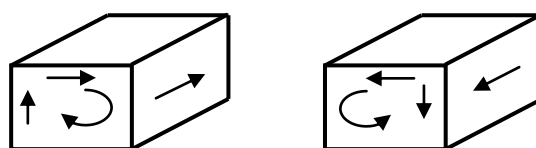


Рис. 3.18. Учет стереотипов движения

Рекомендуется выполнять рабочие движения ритмично, но ритм должен быть свободным или в какой-то степени формироваться, например, в соответствии с производственной музыкой. На протяжении смены вследствие развития утомления у рабочих ритм движений может меняться.

### 3.3.3. Временные характеристики выполнения рабочих движений

Каждое трудовое действие является таким актом, который совершается в рефлекторной дуге. Поэтому особенности распространения возбуждения по рефлекторной дуге будут отражаться на временных параметрах трудовых действий. Важнейшей особенностью функционирования рефлекторной дуги является существование скрытого времени между моментом возникновения стимула и началом ответной двигательной реакции. Продолжительность скрытого времени ответных двигательных реакций входит, главным образом, в скорость выполнения ответных двигательных реакций.

По данным С. И. Горшкова, продолжительность скрытого времени зависит от анализатора, через который осуществляется та или иная двигательная реакция, от состава нейронов, входящих в рефлекторную дугу, и свойств проводящих путей.

При выполнении ответной реакции, например на зрительное раздражение, скрытое время будет тем больше, чем дистальнее будет расположена та группа мышц, на которой заканчивается ответная реакция. В этом случае удлинение скрытого времени будет соответствовать удлинению двигательного нерва, по которому доходит до мышц сигнал, в точном соответствии со скоростью проведения возбуждения по нерву. Так, при выполнении ответной реакции на свет ногой скрытое время реакции удлиняется на 20 – 30 мс по сравнению с ответной реакцией рукой. Более выраженная разница в величине скрытого времени получается за счет разницы в месте нанесения сигнального раздражения. Так, скрытое время реакции на воздействие контактного тепла на область запястья будет на 200 – 300 мс больше, чем при нанесении контактного теплового воздействия на область плеча. Разница в скрытом времени для болевого раздражения при его нанесении на запястье и плечо будет составлять 50 – 100 мс. Наибольшее удлинение скрытого времени наблюдается при реакции выбора, когда необходимо решать вопрос, на какой раздражитель необходимо реагировать. В этом случае удлинение скрытого времени составляет 100 – 300 мс.

Наряду с этим возможны и более быстрые ответные реакции. Уменьшение скрытого времени наблюдается при реакции на раздражитель, о котором уже была предварительная сигнализация, и на раздражитель, за которым происходило слежение, например на движущуюся стрелку прибора или световой зайчик, когда реакция должна начаться при достижении движущейся стрелкой или световым зайчиком определенного положения. В обоих случаях ускорение составляет около 100 мс.

Таким образом, время ответной реакции может изменяться в больших пределах в зависимости от анализатора, который эту реакцию осуществляет, длины чувствующих и двигательных путей, характера сигнала, необходимости выбора сигнала, наличия предварительного сигнала и некоторых других особенностей обстановки, в которой ответная реакция осуществляется.

Следует иметь в виду, что процессы утомления, возбуждения или торможения, наличие внешних воздействий могут также оказывать заметное влияние на ответные реакции человека. Время выполнения ответной реакции зависит также от того, в каком действии выражается эта ответная реакция и какой частью тела она выполняется. Эти данные приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Зависимость продолжительности ответной реакции от ее характера

Характер реакции	Минимальное время на ее выполнение, мс
Давление ладонью	330
Движение пальцами	170
Нажатие рукой	720
Сгибание и разгибание:	
руки	720
ноги	1330
Нажатие на педаль	720
Повороты, сгибание корпуса	2000
Ходьба (шаг)	700 – 1400

Во всех примерах в указанную продолжительность не входит скрытое время реакции и учтено только время, идущее на непосредственное выполнение самого движения.

Большую роль в продолжительности двигательных реакций имеют их траектории (табл. 3.3). От продолжительности движений зависит возможная максимальная частота движения тех или иных суставов и частей тела (табл. 3.4).

Таблица 3.3

Затраты времени на движения в зависимости от длины траектории

Вид движения	Затраты времени, мс
1	2
Протянуть руку на расстояние, мм	
25	70
50	140
более 300	210
Установить предмет	
без точного положения	360
без точного положения с прижимом	720
с сильным прижимом	1800
в точное положение	550
в точное положение с прижимом	900
с сильным прижимом	2300
Передвинуть предмет за пределы 180°	210
Нажать на предмет	720
Сжать предмет пальцами	720
Взять предмет	
легкий и легко захватываемый	70
легкий, но трудно захватываемый	140
легкий, но среди других предметов (в зависимости от размеров)	300 – 800
Перехватить предмет пальцами	200
Переложить из одной руки в другую	200
Разъединить	
без усилия	180
с легким усилием	360
со значительным усилием	1100
Нажать	
носком ноги	360
ступней	720
Шаг в сторону без поворота	700 – 1400
Повернуть корпус	
в положении сидя	720
с шагом в сторону	700 – 1400

Нагнуться	1000
Разогнуться	1000
Сесть	1400
Встать	1800
Сделать шаг длиной 75 – 80 см	600

Большую роль в продолжительности двигательных реакций имеют их траектории (табл. 3.3). От продолжительности движений зависит возможная максимальная частота движения тех или иных суставов и частей тела (табл. 3.4).

Разобрав все факторы, влияющие на продолжительность и скорость выполнения тех или иных двигательных реакций человека, мы можем обобщить все эти данные уравнением:

$$T_0 = t_p + t_{pd},$$

где  $T_0$  – общая продолжительность двигательного акта;  $t_p$  – скрытое время реакции;  $t_{pd}$  – время продолжения самого движения.

Таблица 3.4

Максимально возможная частота движений

Характер движения	Максимальная частота в минуту
Давление ладонью	180
Движение пальцами	360
Нажатие рукой	80
Сгибание и разгибание руки	80
ноги	45
Нажатие на педаль	80
Повороты, сгибания корпуса	30
Ходьба (в зависимости от длины шага)	40 – 80

Оба слагаемых могут быть до некоторой степени изменены, как об этом сказано выше, и это изменение есть тот резерв, который может быть использован в целях рационализации движений.

Из сказанного очевидно, что норматив количества допустимых повторяемых операций не может быть единым, их должно быть несколько в зависимости от характера движений, применяемых при выполнении той или иной произ-

водственной операции. В то же время очевидно, что установление этого норматива — одна из неотложных задач эргономики.

### **3.3.4. Классификация органов управления (ОУ)**

ОУ предназначены для передачи управляющих воздействий от оператора к машине и обеспечивают человеку — оператору выполнение требуемого действия с заданной точностью и в пределах допустимого времени.

#### ***Классификация ОУ***

*По назначению:*

- для ввода информации;
- для установки режимов;
- для регулировки.

*По характеру движения:*

- требующие движений включения;
- требующие повторяющихся движений;
- требующие дозированных движений.

*По характеру использования:*

- оперативные (основные);
- используемые периодически;
- используемые эпизодически.

*По конструктивному исполнению:*

- кнопки;
- тумблеры;
- переключатели;
- штурвалы.

*По назначению:*

- главные;
- вспомогательные.

**Клавишные и кнопочные выключатели и переключатели** применяют для операций включения — выключения, для набора и ввода логической и цифровой информации, для команд управления, для выбора нужного параметра быстрого включения или выключения (ГОСТ 22614 – 77).

**Тумблеры** применяют для реализации функций, требующих два дискретных положения, для выполнения операций быстрого включения, выключения и

переключения электрических цепей при необходимости зрительного контроля положения переключателей (ГОСТ 22615 – 77).

**Поворотные выключатели и переключатели** применяют для операций включения – выключения, последовательного переключения и для плавного непрерывного или дискретного регулирования (ГОСТ 22613 – 77).

**Рычаги управления** предназначены для выполнения ступенчатых переключений и плавного динамического регулирования одной или двумя руками (ГОСТ 21753-76).

**Кривошипные рукоятки** применяют для переключений, требующих быстрого вращения ОУ и значительных физических усилий.

**Маховики управления, штурвалы и рулевые колеса** предназначены для выполнения ступенчатых переключений и плавного динамического регулирования, выполняемых одной или двумя руками. Их применяют для медленных вращений и точных круговых поворотов в условиях, требующих приложения значительных усилий (ГОСТ 21752 – 76).

**Ножные ОУ** предназначены для операций включения – выключения и регулировки положений. Их применяют для разгрузки рук при большом числе ОУ, а также при требовании больших усилий при небольшой точности и необходимости сокращения общего времени управления.

### 3.3.5. Требования к ручным органам управления

В зависимости от назначения ручные органы управления могут быть различными по форме, величине и конструкции. Для выполнения такой операции, как пуск – стоп, рекомендуется применять нажимные кнопки или тумблеры. Преимущество кнопок заключается в скорости их нажатия при небольших усилиях пальцев.

При работе сидя оптимальное расположение кнопок – на уровне локтя, когда рука согнута в локтевом суставе на  $90^\circ$ , а предплечье находится в горизонтальной плоскости. Легче и быстрее нажимать на кнопку, несколько выступающую за пределы рабочей поверхности стола. В этом случае угол между кистью и плоскостью стола должен составлять  $30 - 45^\circ$ . Оптимальный угол наклона клавиатуры кнопочного пульта  $15^\circ$ .

При частом использовании наиболее удобны кнопки четырехугольной формы с закругленными углами или закругленной верхней кромкой. Редко используемые кнопки могут быть круглыми. Поверхность кнопки должна быть несколько вогнутой или шероховатой, чтобы при нажатии не соскальзывал палец. Указанием для оператора об эффективности нажатия – вклю-



чении кнопки – должен быть щелчок. Для облегчения различения кнопки можно кодировать цветом. Оптимальный диаметр кнопки, приводимой в действие кончиками пальцев, составляет 13 мм. Если кнопка имеет аварийное значение или предназначена для нажатия большим пальцем или основанием ладони, то ее диаметр увеличивают до 18 – 19 мм. При нажатии кнопка должна перемещаться на 3 – 6 мм.

При проектировании различных ручных органов управления следует руководствоваться допустимыми и оптимальными усилиями. В тех случаях, когда органы управления в процессе работы используются многократно, допускаемые величины усилий уменьшаются. Так, для редко используемых кнопок усилие нажатия может быть в пределах 6 – 12 Н, тогда как для часто используемых оно составляет 1,4 – 1,6 Н.

Для быстрого включения, переключения и выключения часто используют тумблеры (рычажковые переключатели). Тумблеры рационально применять также в тех случаях, когда возникает необходимость близкого расположения органов управления – расстояние между ними 25 мм. Положение тумблера можно опознать как зрительно, так и на ощупь. Обычно тумблеры имеют два положения, иногда три. Величина сопротивления зависит от рычажка тумблера. Рекомендуемые усилия при длине рычажка до 30 мм – 3 – 5 Н, при 50 – 100 мм – 10 Н.

Функции переключения могут выполнять также поворотные переключатели, которые особенно целесообразно применять при необходимости обеспечения большого числа дискретных рабочих положений. Поворотные переключатели имеют от 3 до 24 рабочих положений. При размещении этих переключателей следует предусмотреть пространство, позволяющее руке свободно ими манипулировать.

Диаметр переключателя может колебаться от 25 до 75 мм, иногда до 102 мм, прилагаемое усилие – от 3 до 10 Н.

С целью тонкого и грубого регулирования механизмов применяют поворотные ручки и головки, не требующие больших усилий и точных движений. Эти органы управления можно легко кодировать по цвету и форме. К головке можно прикрепить откидную рукоятку, при помощи которой ускоряется ее вращение. Диаметры головок варьируют в значительном диапазоне в зависимости от того, сколько пальцев участвует в захвате головки при ее вращении. Величины допускаемых при этом усилий составляют 5 – 30 Н.

Такие операции, как переключение перестановкой вперед – назад, вбок, выполняются при помощи рычагов и рукояток. Рычаги обычно предназначены для перемещений механизмов оборудования с приложением усилия. Их ре-

комендуется делать с шаровыми головками диаметром 30 – 75 мм или грушевидными рукоятками. Допустимые усилия, прикладываемые к рычагам в процессе управления ими, не должны превышать 150 Н для одной руки и 250 Н для двух рук (при возвратно–поступательном перемещении). При частом использовании рычагов усилия уменьшаются до 20 – 40 Н. Амплитуда движения рычага должна находиться в соответствии с зоной досягаемости руки оператора, при этом дуга, по которой перемещается рычаг, не должна превышать 90°.

Для управления оборудованием и точной установки применяются маховики. Обод маховика желательно делать с волнистой поверхностью; его диаметр не должен превышать 25 мм. Если маховик приводится в действие кистью руки, то прилагаемые усилия могут быть до 10 Н, если в рабочем движении принимает участие рука до локтя или вся рука – до 40 Н. Если возникает необходимость вращать маховики с большой скоростью, то целесообразно располагать их таким образом, чтобы оси вращения находились под углом 60 – 90° по отношению к оператору. Маховики, требующие приложения большого крутящего момента, рекомендуется располагать перпендикулярно к оператору.

Маховики, как и другие органы управления, особенно часто используемые, должны размещаться в пределах оптимальной рабочей зоны.

### **3.3.6. Требования к ножным органам управления**

Наряду с ручными органами управления для приведения в действие, регулировки различных механизмов технологического оборудования конструируются ножные органы управления. Основными ножными органами управления являются педали. Они применяются при необходимости приложения больших мышечных усилий (более 90 – 130 Н), для разгрузки рук и экономии времени управления в тех случаях, когда приходится манипулировать большим числом органов управления, а также при работе, не требующей большой точности регулировки.

При проектировании и размещении педалей на рабочем месте следует учитывать, что величина развиваемых ногой усилий меняется в зависимости от ее положения. Наибольшая величина усилия в позе «сидя» отмечается при вытянутой вперед ноге с тупым углом в колене. Если при этом сидящий упирается в спинку сиденья, то сила толкания ноги значительно увеличивается. При уменьшении угла в колене развиваемое усилие уменьшается. Развитие максимального усилия отмечается при расположении педали на расстоянии не более 100 мм от медиальной линии тела оператора. По мере отклонения от медиальной линии сила давления ноги уменьшается.

Педали целесообразно размещать симметрично. Каждая нога может управлять не более чем двумя педалями. При управлении педалью нажатие может производиться всей стопой, средней ее частью или пяткой.

При проектировании педали, управляемой стопой, необходимо иметь в виду, что в рабочем положении угол поворота в голеностопном суставе не должен превышать  $30^\circ$ . Оптимальная амплитуда движений в голеностопном суставе соответствует углу  $10 - 20^\circ$  вверх и  $20 - 30^\circ$  вниз; при этом перемещение педали не должно превышать  $130 - 150$  мм при работе сидя и  $300$  мм при работе стоя.

Управления педалью в позе стоя рекомендуется по возможности избегать, так как при нажатии на педаль в этом случае тяжесть тела переносится на одну ногу. Сохранение устойчивого положения обеспечивается за счет дополнительных мышечных усилий. В результате происходит более быстрое утомление мышц ноги и корпуса.

При необходимости управления при помощи педали в позе стоя ее высота над полом не должна превышать  $150$  мм. В конце перемещения педаль должна находиться на уровне пола.

При работе стоя оптимальные усилия, прилагаемые оператором при нажатии на педаль, составляют  $100 - 150$  Н. Во время работы сидя величина их уменьшается до  $80 - 30$  Н в зависимости от того, какой частью стопы производится нажатие.

Ширина педали должна соответствовать ширине подошвы (не менее  $90$  мм). Минимальная длина педали, используемой кратковременно, составляет  $60 - 75$  мм. При длительном нажатии ее длина может быть от  $280$  до  $300$  мм. Форма педали может быть квадратной, прямоугольной, овальной; во всех случаях поверхность педали должна хорошо контактировать с подошвой обуви. Рабочую площадку рекомендуется делать рифленой. Во избежание соскальзывания ноги с педали при больших усилиях на ее поверхности делается специальный бортик.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое энергетическая совместимость?
2. Каковы особенности работы сидя?
3. Какие требования предъявляются к рабочей обуви?
4. Какие рекомендации можно дать лицам, занятым на переноске и передвижении тяжестей?
5. За счет чего можно достигнуть экономии движений?

6. Как связаны между собой скорость и траектории движений?
7. Из чего складывается общая продолжительность рабочего движения?
8. Как классифицируются органы управления?
9. Какие требования предъявляются к кнопкам и клавишам с точки зрения эргономики?
10. Какие усилия должны учитываться при проектировании ручных органов управления?
11. Какие стереотипы выполнения движений учитывают при проектировании органов управления?
12. В каких случаях используют ножные органы управления? Какие рекомендации следует принимать во внимание при их проектировании?

## 4. ПРОСТРАНСТВЕННО-АНТРОПОМЕТРИЧЕСКАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

*Пространственно-антропометрическая совместимость предполагает учет размеров тела человека, возможности обзора внешнего пространства, положения (позы) оператора в процессе работы. При решении этой задачи определяют объем рабочего места, зоны досягаемости для конечностей оператора, расстояние от оператора до приборного пульта и др.*

### 4.1. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

Рабочее место оператора – это место человека в системе, которое оснащено средствами отображения информации, органами управления и вспомогательным оборудованием и на котором осуществляется его трудовая деятельность (ГОСТ 21034-75). В зависимости от числа одновременно работающих операторов различают соответственно индивидуальное или коллективное РМ.

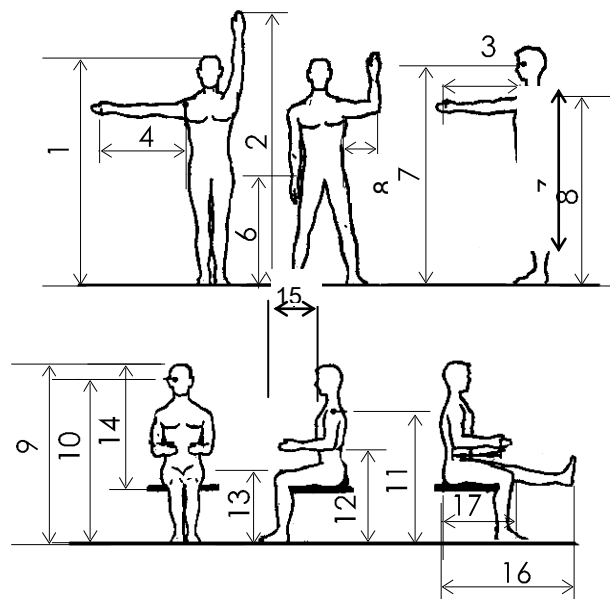


Рис. 4.1. Размеры тела человека, применяемые в эргономике

При организации РМ должны быть соблюдены следующие основные условия:

- создано достаточное рабочее пространство;
- обеспечены достаточные физические, зрительные и слуховые связи между работающим человеком и оборудованием;

- оптимально размещены РМ в производственном помещении;
- определены допустимые значения факторов рабочей среды (шума, вибрации, освещенности и др.);
- созданы необходимые средства защиты работающих от действия опасных и вредных производственных факторов (физических, химических, биологических и психофизиологических);
- предусмотрены меры, предупреждающие или снижающие преждевременное утомление работающего человека, предотвращающие возникновение у него психофизиологического стресса, а также появление ошибочных действий.

Эргономические требования к организации рабочих мест приведены в ГОСТ 12.2.032-78, ГОСТ 12.2. 033-78. ГОСТ 12.2.061-81. Рабочее место оператора может быть рассчитано на работу сидя, стоя и сидя, стоя попеременно. Рекомендации по выбору положения приведены в табл. 4 2.

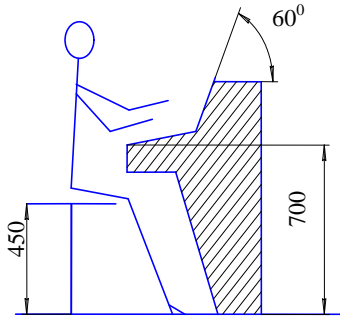
#### 4.1.1. Информационное и моторное поле

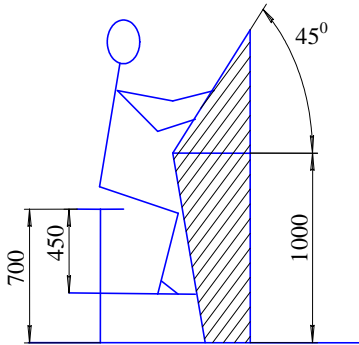
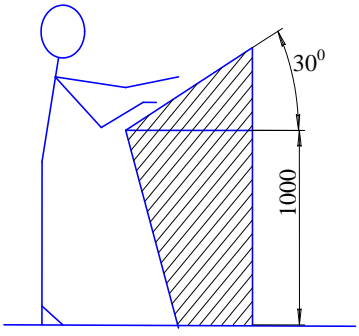
РМ включает информационное (пространство с СОИ) и моторное (пространство с ОУ) поля. В информационном поле различают три зоны.

В зоне 1 ( $\pm 15^\circ$  от нормальной линии взгляда в горизонтальной и вертикальной плоскости) располагают очень часто используемые СОИ, требующие точ-

Таблица 4.1

Характеристика рабочих положений человека

Рабочее положение	Усилие, Н	Подвижность во время работы	Рабочая зона (радиус), см	Особенности деятельности	Форма пульта управления
Сидя	До 50	Ограничена	38-50	Малая статическая утомляемость, более спокойное положение рук, возможность выполнения точной работы	

Сидя- стоя (пере- мен- ное)	50-100	Средняя (возмож- ность пе- риодиче- ского из- менения позы)	50-75	Достаточно большой обзор и зона достигае- мости рук	
Сидя	100- 120	Большая (свобода позы и движений)	75 и более	Лучшее исполь- зование силы, большой обзор, преждевременная усталость	

ного и быстрого считывания информации; в зоне 2 ( $\pm 30^\circ$ ) располагают часто используемые СОИ, требующие менее точного и быстрого считывания; в зоне 3 ( $\pm 60^\circ$ ) - редко используемые СОИ (здесь возможны движения глаз и повороты головы).

В моторном поле также различают три зоны (рис. 4.2).

*Зона оптимальной досягаемости* ограничена дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой.

*Зона легкой досягаемости* ограничена дугами, описываемыми расслабленными руками при движении их в плечевых суставах.

*Зона досягаемости* ограничена дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевых суставах.

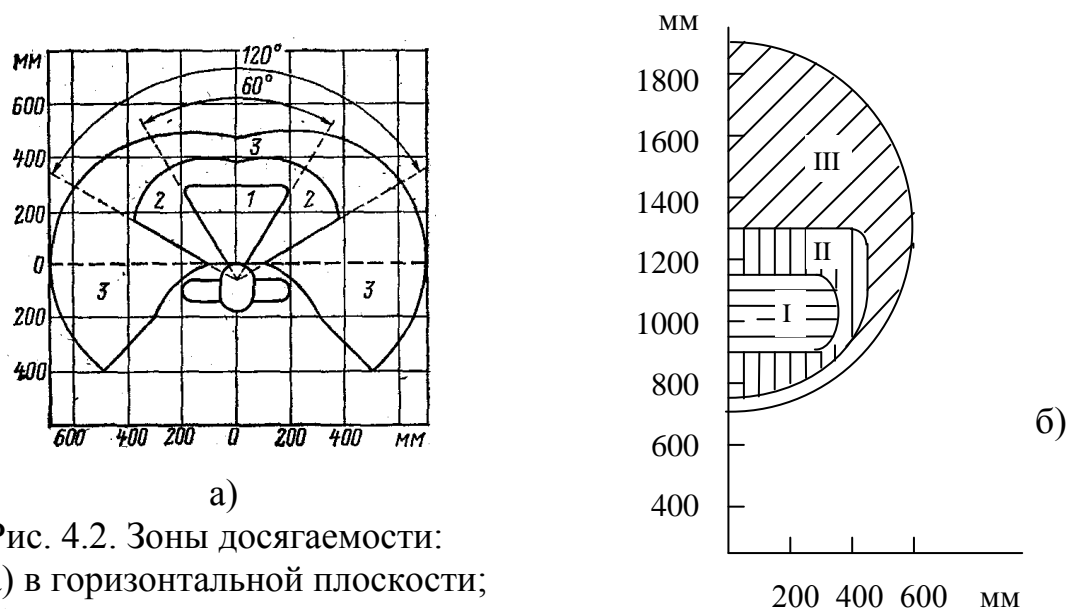


Рис. 4.2. Зоны досягаемости:  
а) в горизонтальной плоскости;  
б) в вертикальной плоскости

В зоне оптимальной досягаемости располагаются очень часто используемые (2 раза в минуту и более) и наиболее важные ОУ.

В зоне легкой досягаемости располагаются часто используемые ОУ (менее 2 раз в минуту, но более 2 раз в час).

Редко используемые ОУ (менее 2 раз в час) располагаются в зоне досягаемости.

#### 4.1.2. Размеры и конструкция рабочих кресел

Размерные признаки, используемые в международной практике при стандартизации рабочих кресел, приведены на рис. 4.3 и в табл. 4.3.

Рассмотрим показатель высоты сиденья. Под ней понимают расстояние между поверхностью сиденья и полом.

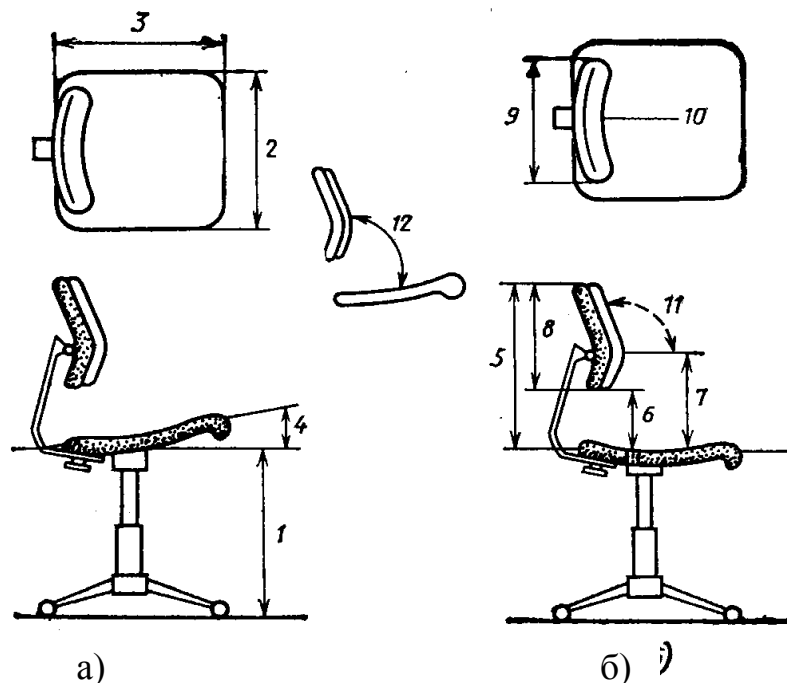


Рис. 4.3. Размерные признаки рабочих кресел:

а) – размеры сиденья; б) – размеры спинки

Высота сиденья не должна превышать минимальной длины голени со стопой (высоты подколенной ямки) у лиц, пользующихся данной мебелью.

Сводные данные о рекомендуемых размерах рабочих кресел приведены в табл. 4.2

Таблица 4.2

Рекомендуемые размеры рабочих кресел, мм



№	Показатель	ГОСТ 21889-76	Стандарт ФРГ	Британ- ский стандарт	Шведский стандарт	Европей- ский стан- дарт
1	2	3	4	5	6	7
<b>Сиденье</b>						
1	Высота	-	420 - 540	430 - 510	390 - 510	390 - 540
2	Ширина	-	400 - 450	410	420	400
3	Глубина	-	380 - 420	360 - 470	380 - 430	380-470
4	Угол накло- на, <sup>0</sup>	0 – 5	0 - 4	0 - 5	0 - 4	0 - 5
<b>Спинка</b>						
5	Высота верх- ней кромки	-	320	330	-	-
6	Высота ниж- ней кромки	-	-	200	-	-
7	Высота опор- ной поверх- ности	150-280	170-230	-	170-220	170-260
8	Высота	-	220	-	220	100
9	Ширина		360-400	300-360	360-400	360-400
10	Горизонталь- ный радиус	460	400-700	310-460	400-600	400
11	Верти- кальный ра- диус	620	700	Выпуклая	Выпуклая	-
12	Угол наклона , <sup>0</sup>	95-10	-	90 - 105	-	-
<b>Подлокотники</b>						
13	Длина	-	200-280	220	200	200
14	Ширина	50...80	-	40	40	40
15	Высота	-	210-250	160-230	210-250	210- 50
16	Расстояние между подло- котниками	-	480-500	470- 00	460	460-500

Другой вариант профиля сиденья учитывает, что момент вращения, действующий на таз при сидении, может быть скомпенсирован поддержкой под поясницу (так называемой спинкой Аккерблома) и некоторым заглублением части сиденья, прилегающей к спинке. Это создает противодействие повороту и соскальзыванию таза. Тот же результат может быть достигнут при плоском сиденье за счет того, что задняя часть сиденья делается менее жесткой, чем передняя. На этой основе разработаны различные варианты сидений (рис. 4.4).

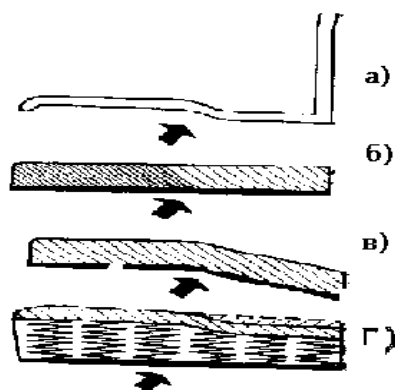


Рис. 4.4. Различные варианты профиля сиденья: а – жесткая опора из гнутой древесины, пластмассы и т. п.; б – передняя и задняя части опоры сделаны из материала различной жесткости; в – мягкая опора с одинаковой жесткостью; г – одновременное изменение профиля и жесткости разных частей сиденья

Во всех случаях скольжение сидалищных бугров благодаря конструкции опоры уменьшается.

Максимальная глубина сиденья определяется внутренней длиной бедер сидящего. Она может быть рассчитана из соотношения  $L=2/3$  анатомической длины бедер (при минимальном значении 350 мм).

Ни один из элементов кресел не влияет столь значительно на давление в межпозвоночных дисках, как конструкция спинки.

Основные рекомендации сводятся к следующему:

- точная высота выступа спинки не имеет существенного значения, если только она находится на уровне поясничной области (с первого по пятый поясничный позвонок), поэтому в стандартных креслах выступ спинки может находиться на постоянной высоте;

- дополнительная опора на уровне лопаток, создаваемая за счет изгиба спинки кресла, приводит к повышению внутридискового давления и не может быть рекомендована;

- общий наклон кресла (сиденья и спинки) назад снижает внутридисковое давление в очень малой степени либо совсем не снижает его; это малоэффективный путь рационализации кресел;

- при глубине выступа спинки 40 мм сохраняется естественный поясничный лордоз; увеличение выступа спинки до 50 мм приводит к снижению внутридискового давления (рис. 4.5); увеличение угла наклона спинки приводит к снижению внутридискового давления при всех изученных комбинациях изме-

нения остальных элементов конструкции кресла; при этом снижается также степень электрической активности мышц.

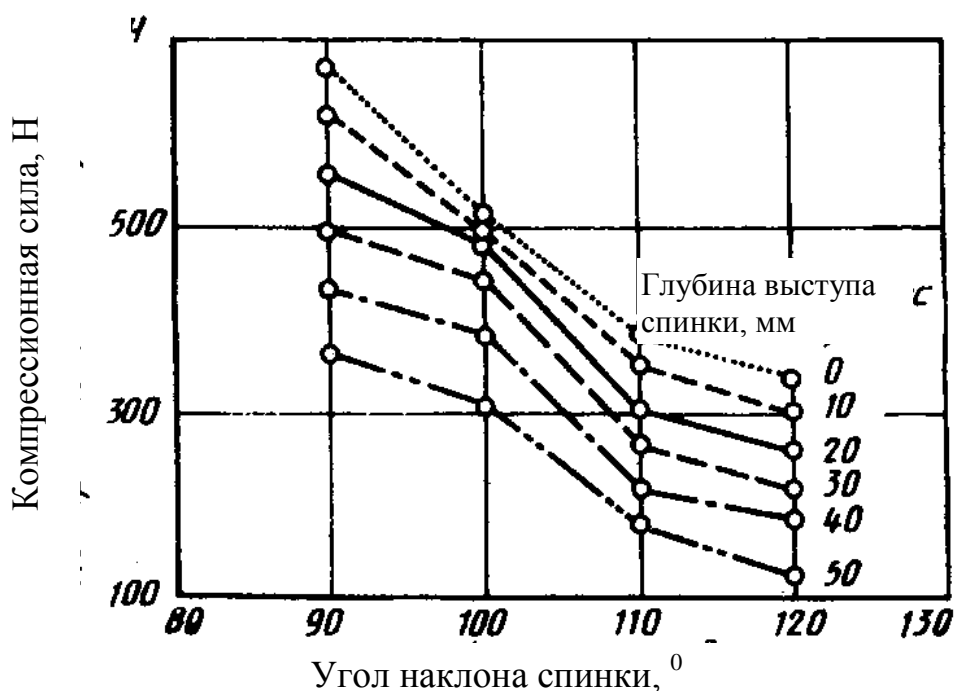


Рис. 4.5. Компрессионная сила, действующая на третий поясничный позвонок при рабочих позах

Правильно оборудованное место для работы сидя должно иметь подлокотники и подставки для ног. Подлокотники ведут к снижению внутридискового давления при всех позах (рис. 4.6). Опора руками о подлокотники при вставании со стула снижает внутридисковое давление примерно в 6 раз (без опоры давление поднимается до 10 МПа, с опорой лишь до 1,5 МПа). Людям, страдающим заболеваниями позвоночника, такие подлокотники особенно необходимы.

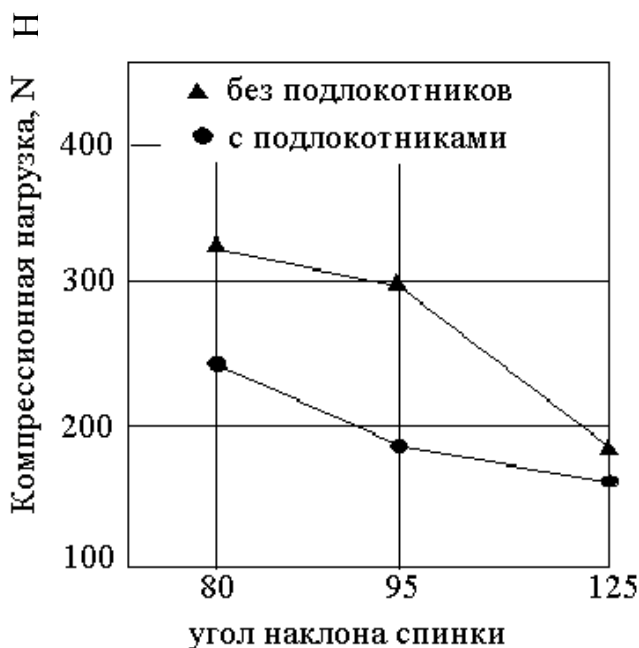


Рис. 4.6. Влияние опоры руками о подлокотники на компрессионную нагрузку, действующую на поясничные межпозвоночные диски

Подставки для ног нужны для выравнивания различий в росте людей, находящихся на рабочем месте, рассчитанном на среднего человека.

Требования к подставкам для ног следующие: верхняя часть подставки должна обеспечивать возможность изменения угла по горизонтали на 10-30 мм, высота, измеренная в центре опорной поверхности, должна регулироваться в пределах 40-150 мм; минимальные размеры подставки: ширина – 400 мм, длина – 300 мм.

#### 4.1.3. Рабочая поверхность

*Высота* рабочей поверхности представляет собой расстояние по вертикали от пола до воображаемой горизонтальной плоскости, которая находится в сфере захвата и на которой осуществляются основные трудовые движения.

*Наклон* рабочей поверхности в зависимости от вида работ может варьировать от  $0^0$  и почти до  $90^0$  (чертежные доски кульманов располагают почти вертикально). Для рабочих столов, предназначенных для чтения и письма, такой большой наклон необязателен. Средние значения наклона столов для чтения и письма, полученные по группе студентов ( $n = 30$ ), произвольно его выбравших, равнялись  $12,1^0 - 2,7^0$  [1].

*Ширина* рабочей поверхности не должна быть меньше, чем рабочее пространство в горизонтальной плоскости. Ее величина должна быть, по возможности, не менее 700 мм (минимальное значение 500 мм).

Для письма предлагается ширина рабочей поверхности, равная 500 мм (380 мм – рабочая зона и остальное – для бумаг и других материалов); 100 мм плоскости при этом может быть горизонтальной, остальная часть – наклонной.

*Форма* рабочей поверхности. В некоторых случаях целесообразно применение рабочей поверхности, имеющей (в плане) скругленную со стороны работающего грань. Такое несложное преобразование позволяет значительно увеличить рабочую зону.

#### **4.1.4. Требования к пультам управления**

Основу РМО в большинстве случаев составляет пульт управления, который должен удовлетворять следующим требованиям:

1) поверхности пультов должны обладать диффузным или направленно-рассеянным отражением светового потока, исключающим появление бликов в поле зрения оператора;

2) на пультах, предназначенных для управления однотипными объектами, должно соблюдаться одно и то же размещение наиболее важных, часто используемых и аварийных СОО и органов управления;

3) пульта при необходимости должны оборудоваться выдвижными ящиками для хранения документации и выдвижными досками для ведения записей и размещения дополнительных переносных приборов;

4) панели пультов не должны иметь посторонних элементов, затрудняющих работу оператора или отвлекающих его внимание (неоправданные назначения пульта выступы, углубления, разноплоскостность, выступающие элементы наружного крепежа и т. п.).

Пульта управления для работы в положении сидя должны иметь пространство для ног оператора с размерами (в миллиметрах): 600 – по высоте; 400 – по глубине (на уровне колен); 600 – по глубине (на уровне пола); 500 – по ширине.

#### **Контрольные вопросы**

1. Что представляет собой пространственно-антропометрическая совместимость?
2. Что такое рабочее место оператора?
3. Какие условия должны быть соблюдены при организации рабочего места?
4. Какие зоны выделяют в моторном и информационном поле?
5. В зависимости от каких характеристик выбирают рабочее положение?
6. Как влияет наклон сиденья на рабочую позу?
7. Какой из элементов в конструкции кресла оказывает наибольшее влияние на давление в межпозвоночных дисках?
8. Каково назначение подставок для ног и подлокотников?
9. Какие характеристики должны учитываться при проектировании рабочей поверхности?

10. Перечислите основные требования, предъявляемые к пультам управления.

## 5. ТЕХНИКО-ЭСТЕТИЧЕСКАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

*Технико-эстетическая совместимость заключается в обеспечении удовлетворенности человека от общения с машиной, от процесса труда.*

### 5.1. ЭСТЕТИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ И ЭСТЕТИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

*Часть эстетики, взаимодействующая с производственной средой, называется технической, или промышленной эстетикой.*

Эстетическое воспитание, или эстетическое наполнение человека происходит в основном тремя путями.

Первый путь – участие человека в созидании красоты окружающей среды, когда он выступает как творческая личность и сам рождает красоту в силу своих способностей и возможностей. Это может быть придумывание орнамента или рисунка вышивки, оконного наличника и затем их практическое осуществление, создание скульптуры или картины, исполнение музыки или песни, создание гармоничного, со вкусом подобранного интерьера жилья или рабочей комнаты, придумывание фасона одежды, разбивание цветников и их выращивание и т. д.

Второй путь – восприятие с помощью первой сигнальной системы, т. е. своими чувствами, оригиналов наиболее выдающихся предметов и явлений, красоты живой и неживой природы, произведений прикладного искусства, архитектурных сооружений, скульптур, картин, игры актеров в театре и т. д.

Третий канал – восприятие первой сигнальной системой копий наиболее выдающихся предметов и явлений красоты. Это могут быть репродукции и фотографии произведений изобразительного искусства или видов природы, кино, телепередача, грамзапись музыки и т. д.

Между этими способами эстетического воспитания существуют своеобразные отношения. Во-первых, самое сильное воспитательное воздействие происходит при непосредственном создании человеком красоты окружающей среды, когда, можно сказать, каждый приобретает глубокую внутреннюю эстетическую культуру. Второе по силе воспитательное воздействие производят оригиналы. Однако если человек сам не прошел через созидание красоты, то при воспитании на оригиналах и копиях сложнее развить внутреннюю эстетическую культуру.

Во-вторых, если человек сам созидает красоту, то он более четко и глубоко воспринимает оригиналы и копии, т. е. красота окружающей среды оказывает на него более сильное эстетическое воздействие. Если он глубоко воспринимал оригиналы, то на него более сильное воздействие оказывают и копии. Таким образом, все способы эстетического воспитания имеют определенные взаимосвязи, т. е. более сильные способы, кроме самостоятельного воздействия усиливают действие более слабых способов.

Очевидно, что эстетическое воспитание в первую очередь необходимо вести через созидание красоты. Каждый человек может и должен (если он Человек!) сам созидать красоту окружающей среды. Во вторую очередь необходимо расширять воздействие оригиналов.

## **5.2. ОСНОВЫ КОМПОЗИЦИИ**

*Композиция* (лат. *compositio* - составление, расположение, сочинение) – структура, взаимосвязь важнейших элементов произведения искусства или промышленного изделия, которыми определяется их смысл, выражается замысел. В основе композиции промышленного изделия лежат выбор элементов (или их групп) и их соподчиненность. В качестве элементов используют геометрические, светотеневые или цветовые свойства формы изделия. Композиция характеризуется категориями, свойствами и качествами, средствами.

### **5.2.1. Категории композиции**

Рассмотрим основные категории композиции: тектонику и объемно-пространственную структуру и их взаимосвязь.

*Тектоника* - зримое отражение в форме изделия существа его конструкции и организации в нем материала. По существу именно в тектонике выражается связь формы и содержания изделия. В различных промышленных сооружениях и зданиях вопросы тектоничности, как правдивое отображение работы изделия, имеют давнюю историю и определенные традиции и формы отображения. Основой для этого являются творения природы, целесообразность и тектоническая правдивость которых являются образцами для подражания. Тектоничность изделия тесно связана с используемыми в нем материалами, с их работой в конструкции. Именно поэтому форма промышленного или жилого здания, станка, автомобиля, локомотива, корабля или самолета позволяет дать интуитивную оценку изделия.



*Объемно-пространственная структура* – вторая важная категория композиции. Ею определяются взаимодействие, соотношение формы (изделия) и пространства. Инженер о втором компоненте объемно-пространственной структуры – пространстве – часто не думает. Дизайнер же не может создать эстетически полноценное изделие без учета пространства.

Поэтому путь инженера к созданию объемно-пространственной структуры можно представить как путь «изнутри», от технической сущности изделия к его форме. Дизайнер же идет по другому пути: от взаимодействия формы с пространством (как бы «снаружи»), от формы к четкому проявлению в ней сущности изделия.

Крайности путей «изнутри» или «снаружи» не дают возможности создать полноценное в техническом и эстетическом смысле изделие. Вот почему так важен творческий союз инженера и художника, вот почему необходимо знать не только техническую сущность изделия, но и закономерности создания его объемно-пространственной структуры.

Инженер-конструктор не может заменить дизайнера (и наоборот), но они оба должны понимать друг друга, уметь (каждый с учетом своих особых требований) видеть форму изделия «изнутри» и «снаружи».

При разработке объемно-пространственной структуры изделия необходимо знать закономерности строения формы, которые облегчают понимание принципа развития формы.

Между материалом конструкции, ее тектоникой и объемно пространственной структурой существуют глубокие взаимосвязи. Тектонику изделия воспринимают через свойства материала конструкции. Поэтому нельзя пренебрегать свойствами материала, ибо правильное выражение свойств материала создает выразительную тектонику конструкции, а выразительная тектоника лежит в основе выразительности отношений объема к пространству (часть плоскости – плоскость) и определяет выразительность объемно-пространственной структуры.

### **5.2.2. Свойства и качества композиции**

В свойствах и качествах композиции можно выделить следующие показатели изделия: гармоническую целостность формы изделия, соподчиненность элементов, композиционное равновесие элементов, симметрию и асимметрию и их комбинации, их динамичность и статичность, единство характера.

*Гармоничная целостность формы изделия* отражает логику и органичность связи конструктивного решения с его композиционным воплощением.

*Соподчиненность элементов изделия* базируется на закономерностях композиции. В зависимости от характера изделия соподчиненность его элементов будет иметь разную основу. В технологическом оборудовании, в больших антеннах и тому подобных изделиях определяющими будут элементы, несущие основную нагрузку. Их форма будет зависеть от используемых материалов (их прочности), и ею будет диктоваться характер соподчиненности второстепенных элементов.

*Композиционное равновесие* элементов и формы изделия определяется их зрительным равновесием по отношению к композиционному центру. Так как смысловым центром изделия является либо элемент, определяющий основную технологическую операцию, либо пульт с регуляторами и индикаторами (т. е. те части изделия, в которых сосредоточены основные связи с человеком, с окружающей средой или между элементами изделия), то обычно смысловой и композиционный центры совпадают.

Современные материалы позволяют создавать прочные и устойчивые конструкции самой необычной формы, которые зрительно будут представляться весьма неустойчивыми. Задача дизайнера в данном случае в том и заключается, чтобы создать или придать зрительную устойчивость изделию.

*Симметрия, асимметрия и их комбинации.* Под симметрией (греч. symmetria - соразмерность) в эстетике понимают гармоническое расположение в пространстве отдельных частей целого, соразмерность и соответствие между ними.

Простейшие виды симметрии – зеркальная, центральная, плоскостная и осевая – широко известны, но в практике художественного конструирования используются редко. Дело в том, что большое количество элементов изделий (в том числе и радиоэлектроники) и правила работы человека с изделием практически не позволяют использовать строго симметричные структуры. Поэтому дизайнеру чаще всего приходится иметь дело с частичной асимметрией формы изделия, с асимметричными, но композиционно уравновешенными структурами.

*Динамичность и статичность формы.* Динамичность формы проявляется в контрастах отношений ее частей, что создает однонаправленную форму. При тождественных отношениях форма статична. Эти отношения оценивают только по горизонтальной оси.

Горизонтально расположенный конус и овал являются примером динамичных фигур. Они как бы двигаются влево. Даже прямоугольнику можно придать динамичность, если выполнить его членение на неравные части. Чем

больше знаменатель прогрессии в отношении частей, тем выше кажущаяся динамичность формы.

Если конус и овал поставить вертикально, то их динамичность (особенно конуса) пропадает. Равномерное членение формы по горизонтали подчеркивает ее статичность. Если неравномерное членение симметричных частей формы направлено к ее оси симметрии, то форма будет статично напряженной.

*Единство характера формы* – важное свойство композиции, которым определяется единый подход к формообразованию всех элементов данной формы.

### 5.2.3. Средства композиции

К средствам композиции относятся: определяющий композиционный прием, пропорции и масштаб, контраст и нюанс, метрический повтор и ритм, цвет, тени и пластика.

*Определяющий композиционный прием* является важнейшим организующим началом в работе над формой изделия и задает стратегию творческого поиска.

*Пропорции и масштаб* – следующие по важности средства композиции. Пропорции являются мощным средством гармонизации формы, и поэтому часто пытаются пользоваться определенными каноническими соотношениями (типа «золотого сечения» или его функции). Однако практический опыт показывает, что дело не только и не столько в канонических соотношениях, сколько в умении и таланте дизайнера гармонизировать сложную форму.

*Масштабность* – установленное соотношение изделия с определенными мерами. В основе масштабности лежит соизмерение частей конструкции с конструкцией в целом, конструкции в целом и ее частей с иными конструкциями в целом, а также с характеристиками человека.

*Контраст* – противопоставление композиционных элементов изделия в виде формы, текстуры, цвета, светотени и т. п. друг другу, а нюанс – постепенное, тонкое и взаимосвязанное изменение свойств композиционных элементов.

*Метрический повтор и ритм* – определенные закономерности повторения элементов. Если шаг повторов постоянный (или зрительно кажущийся постоянным), то имеют дело с метрическим повтором. Если шаг повторов постепенно меняется, то это ритмика. Ритм – закономерное изменение порядка структуры элементов.

*Тени* определяют собой пластичность формы. Под пластичностью формы понимают ее рельефность, скульптурность, мягкость переходов основных образующих. Малая рельефность формы и резкость ее переходов дают бедную («сухую») светотеневую структуру, малую пластичность.

### **5.3. ОСНОВЫ ЦВЕТОВЕДЕНИЯ**

Ежедневно наблюдая цвет и используя его характеристики (зеленая трава, голубое небо и т. п.), мы часто не вникаем в существо этого понятия.

Разнообразие свойств цвета и его воздействий на человека – причина разных подходов и разных аспектов его оценки художником, физиологом, психологом, инженером.

Для художника цвет – одно из основных средств изобразительного искусства, отражающее в единстве со светотенью материальные свойства предметного мира. Художника интересуют: качество отдельного цветового тона, наблюдаемого в ансамбле художественного произведения или его мотива; локальный цвет, характерный для окраски отдельных предметов (или главного элемента предмета) и степень его относительной светлоты.

Физиолога интересуют термальные и пространственные характеристики цвета, вызывающие у человека субъективные ощущения повышения или понижения температуры в помещении, ощущения изменения геометрических размеров помещения. Для психолога цвет выступает в роли важного фактора, влияющего на настроение и работу внутренних органов человека. Инженера интересуют точные количественные параметры цвета.

Цвет является более узким по своему существу понятием, чем свет. Искусствоведческое и инженерное определения понятия «свет» отличаются друг от друга. В искусстве термин свет понимают как характер освещенности среды, помещения, изделия или отдельных их элементов. Свет для художника является сильнейшим средством художественного изображения и выражения идеи произведения. Для инженера свет - сплошное электромагнитное излучение в оптической области спектра электромагнитных волн в диапазоне 380 - 760 нм. При достаточной яркости поверхности, обладающей свойством избирательного отражения в узкой области спектра, глаз видит цветную поверхность (или луч света). Если излучение равномерно в оптической области спектра, то глаз воспринимает его как белый «дневной» цвет (свет).

#### **5.3.1. Действие цвета на человека**

Психологическое воздействие цвета связано с практическим опытом и различными ассоциациями человека.

*Красный цвет* – цвет огня и крови. Он ассоциируется с теплом, которое проникает в человеческие ткани и поэтому увеличивает мускульное напряжение, кровяное давление и ритм дыхания; имеет стимулирующее влияние и вызывает эмоциональные реакции.

*Оранжевый цвет* одновременно и согревающий, и стимулирующий; очень яркий; в разных случаях (в зависимости от настроения человека и насыщенности цвета) может и успокаивать, и раздражать.

*Желтый цвет* обладает наибольшей светимостью в спектре и стимулирует зрение - цвет солнца, хорошего настроения и веселья. В ряде случаев различные тона желтого цвета обладают некоторой способностью успокаивать.

*Зеленый цвет* - успокаивающий, цвет природы, зеленой травы и листьев; способствует некоторому отдыху ума и пробуждает в человеке терпение, действует освежающе и успокоительно, уменьшает слишком яркое солнечное освещение; используется для лечения истерии и нервного переутомления.

*Голубой цвет* - холодный, обычно ассоциируется с небом или водой; воспринимается как светлый, свежий и прозрачный; имеет успокаивающее действие. Под его влиянием падает мускульное напряжение, успокаивается пульс и дыхание.

*Бурый цвет* действует успокоительно, но может вызвать депрессию, если употреблять только его - без желтого или оранжевого.

*Фиолетовый цвет* особо «благородный», вызывает печаль.

*Черный цвет* в больших количествах (если используется только он) угнетает, но очень полезен в небольших количествах, особенно для контрастов. *Белый цвет* – символ чистоты. Если употребляется один или с цветами зелено-голубой части спектра - цвет холодный. При употреблении с цветами желто-оранжевой части спектра - цвет теплый.

С психологическим тесно связано физиологическое воздействие цвета. Красный цвет является причиной повышения кровяного давления, ритма дыхания и стимулирования работы мозга. Оранжевый - улучшает пищеварение и ускоряет пульсацию крови. Желтый - стимулирует зрение и работу мозга, успокаивает психоневрозы. Зеленый - уменьшает кровяное давление и расширяет капилляры, успокаивает и облегчает невралгии и мигрени. Голубой - кроме того, что влияет на мускульное напряжение, пульс и дыхание (снижает ритм дыхания), действует более успокаивающе, чем зеленый. Фиолетовый - увеличивает органическую выносливость сердца и легких.

Вопросы восприятия цвета и его воздействия весьма сложны потому, что цвет отдельного элемента изделия воспринимается в совокупности с другими цветами, формой, противопоставлением цветов и т. п. Восприятие, например, красного цвета при увеличении его яркости меняется от ощущения теплоты до состояния приподнятости, возбуждения. Увеличение освещенности голубой плоскости («холодный» цвет) усиливает ощущение спокойствия.

Одновременное воздействие красного и голубого – противопоставление цветов – будет зависеть от темперамента человека. Здесь может быть как нейтрализация (при одинаковой интенсивности), так и подчеркнутое восприятие раздражающего красного нервным человеком или успокаивающего голубого сангвиником.

Восприятие конкретного цветового тона зависит от его положения в пространстве и характера поверхности. Кроме того, на восприятие цвета влияют относительные размеры окрашенных плоскостей, их форма и объемы элементов формы. Мы будем по-разному воспринимать ярко-красный товарный знак на белой или весьма светлой поверхности и тот же знак белого цвета на ярко-красной поверхности. Если форма цветового пятна имеет резкие, рубленые контуры, то ее восприятие будет совсем иным от такого же по цвету и площади пятна, но с плавными, мягкими обводами.

Большое влияние цвета на восприятие объемов можно проиллюстрировать на примере оценки одного и того же углубления формы, окрашенного в черный, ярко-красный или голубой цвет.

При наблюдении цветowych пятен (как и при наблюдении геометрических фигур) имеют место различные цветовые иллюзии. Характерной иллюзией является изменение цвета при последовательном и параллельном цветовых контрастах. Существо последовательного цветового контраста в том, что при переводе глаз с поверхности одного цвета на поверхность другого (или при наблюдении через светофильтры, которые потом снимаются) видно третий цвет, отличающийся от того, который рассматривали, и того, на который смотрим. Причина последовательного цветового контраста - изменение чувствительности глаза при длительном (15 – 20 с) наблюдении цвета и появлении последовательного цветового образа при наблюдении после этого другой по цвету поверхности. Так, например, при наблюдении зеленой фигуры и последующем переводе взгляда на белую поверхность видим слабую пурпурно-красную фигуру, при переводе взгляда на синюю поверхность - фиолетовую фигуру и т. д.

### **5.3.2. Теории использования цвета**

Сильное влияние цвета на состояние человека и восприятие им форм, размеров, тяжести и легкости предметов и помещений явились причиной разработки теорий по его использованию. Известны три теории использования цвета в технической эстетике: динамического цвета, оптимальных и согласованных цветов.

В *теории динамического цвета* рекомендовались такие цветовые решения изделий (в частности, средств труда) и интерьера помещения, при которых стимулируется повышенная производительность труда рабочего. Обобщение полученных результатов показало, что динамический цвет заставляет человека работать в непрерывном напряжении, а поэтому стимулирование производительности труда имеет место только в начале трудового процесса, затем производительность резко падает, а усталость человека также резко возрастает. Поэтому в дальнейшем стали использовать положения теории динамического цвета только для кратковременных режимов работы, при решениях задач весьма ответственного характера или в аварийных ситуациях.

В основу *теории оптимальных цветов* положено использование для окраски изделий и поверхностей помещений цветов желто-зеленой части спектра. Эта часть спектра наиболее благоприятна с физиологической точки зрения, и поэтому первоначально казалось, что работа человека с использованием цветов желто-зеленой части спектра будет легкой и продуктивной. Однако практика использования такой ограниченной цветовой палитры показала, что при длительной работе монохромное (однотонное) цветовое решение не только обедняет интерьер, но и является причиной утомления зрения из-за длительного наблюдения оптимальных цветов. Хотя методы теории оптимальных цветов позволили создать более благоприятные условия работы, чем методы теории динамического цвета, усложнение работы человека-оператора в современных сложных комплексах со значительными потоками информации потребовало новых решений, которые были предложены теорией согласованных цветов.

В настоящее время дизайнеры пользуются *теорией согласованных цветов*. Ее существо в том, чтобы дать человеку, работающему в условиях искусственной предметной среды, такое же расчлененное видение цвета, как в природе. В этом случае дизайнер имеет возможность использовать богатую по оттенкам и цветам палитру и создавать высокохудожественные промышленные изделия. Теория эта интенсивно развивается, так как пока в области психологии цвето-восприятия еще недостаточно научно-практических работ и обоснований.

### **5.3.3. Факторы, влияющие на выбор цветового решения**

Большое влияние на выбор цветового решения оказывает характер зоны, в которой наблюдается цвет. Зона точного зрения, в которой глаз человека способен различать самые мелкие предметы, весьма невелика и соответствует углу всего лишь в один градус. Угол эффективной видимости  $30^0$  характеризует зону с худшими характеристиками, но еще позволяющую человеку нормально работать с изделием. Полный угол обзора  $120^0$  при неподвижной голове характеризует зону, в пределах которой человек может различать движение и цвет, но не детали (относительная острота зрения на границе этой и предыдущей зоны всего лишь 1 %).

В соответствии с этим принято выделять три характерные зоны: рабочее место, рабочую зону и помещение в целом. Рабочее место характеризуется панелью управления или частью пульта управления, на которых сосредоточиваются все или наиболее важные органы управления и контроля. Эта зона характеризуется наиболее насыщенными в цветовом и яркостном плане элементами изделия. В этой зоне больше всего элементов с предохранительными (яркими и информативными) цветами.

Рабочая зона характеризуется обычно законченным изделием (приемник, телевизор, технологическая установка и т. п.) и частью пространства помещения, которое непосредственно примыкает к изделию. В этой зоне, кроме предохранительных и вспомогательных цветов, имеющих определенную информативную нагрузку, используют оптимальные малонасыщенные цвета, которыми окрашиваются поверхности изделия.

## **5.4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРЬЕРА**

*Промышленный интерьер* – эстетически полноценная архитектурная организация внутреннего пространства промышленных зданий, обеспечивающая удобство выполнения трудовых операций и отдыха. Задача создания благоприятных условий труда и отдыха решается правильной организацией рабочих мест, рациональной расстановкой технологического оборудования, отделкой и оформлением помещений. Поэтому проектирование промышленного интерьера является самостоятельным направлением в современной промышленной эстетике.

Определенный ритм в расстановке оборудования, рациональное расположение проходов и проездов облегчают условия труда, улучшают общий вид интерьера.



В формировании производственной среды значительную роль играет цветовая отделка промышленного интерьера. С помощью цвета можно повысить эффективность зрительного восприятия человека, отодвинуть порог утомляемости, обострить реакцию на возможную опасность, снизить травматизм. Цветовая композиция интерьера включает окраску элементов архитектурных конструкций, оборудования, инженерных сооружений, эстетическое оформление наглядной агитации. Цветовое решение производственных помещений, оборудования и инженерных сооружений должно выполняться только по специально разработанному проекту. К рекомендациям по использованию цвета добавляются следующие.

Насыщенные локальные цвета целесообразно применять в больших, светлых помещениях. Спокойные, приглушенные тона максимальной светлоты - в небольших помещениях. Цветовую отделку необходимо подчинять определенному композиционному замыслу, охватывающему весь комплекс помещений промышленного предприятия, технологическое, инженерное и санитарное оборудование. Все окрашиваемые или отделываемые цветовыми материалами элементы производственных интерьеров можно разделить на четыре группы:

- поверхности стен, пола, потолков,
- технологическое оборудование,
- транспортное и подъемное оборудование,
- инженерные коммуникации.

Цвета элементов первой группы являются основными в определении цветового климата интерьера, так как занимают наибольшую окрашиваемую поверхность. На цветовую гамму этой части интерьера влияют факторы климата местности, микроклимата помещения и фактор условий зрительной работы. Так, в районах севера применяют общую цветовую гамму теплых тонов, в южных районах - холодных. В горячих цехах и в цехах с большим тепловыделением предпочтительны холодные тона. В неотапливаемых и холодных помещениях – теплые.

Зеленые светлые тона, успокаивающе действующие на зрение, применяют в цехах с мелкими, точными работами. В цехах, где производственный процесс требует внимания к цветопередаче, применяют нейтральные тона. Цвета остальных трех групп должны сочетаться с цветом основной группы и составлять единую цветовую композицию в производственной среде. Цвет технологического оборудования должен снимать зрительное напряжение. Цвет бытовых приборов должен гармонировать с интерьером помещения.

С точки зрения эргономики для сложных приборов в рабочей зоне, соответствующей углу эффективной видимости ( $30^0$ ), желательно применение цве-

товых тонов средней части спектра (желто-зеленый, зеленый, голубовато-зеленый) при малой их насыщенности и оптимальном яркостном контрасте их сочетаний. Наличие в рабочей зоне больших групп насыщенных цветов, отвлекающих внимание от работы, нежелательно. Целесообразность повышения общей освещенности и снижения яркостных контрастов в поле зрения работающего обуславливает применение для окраски технологического оборудования по возможности светлых тонов. В цветовом решении транспортного и подъемного оборудования, в индикаторах применяют сигнальную окраску. Для этих целей используют яркие насыщенные цвета: красный, желтый, оранжевый, зеленый.

На современных промышленных предприятиях неотъемлемым элементом интерьера является зона отдыха. Комплексная задача эстетизации производственной среды не будет решена без благоустроенной зоны отдыха. Как правило, зоны отдыха устраивают в вестибюлях, холлах, на переходах и т. д. Во всех случаях места отдыха должны быть изолированы от производственной среды зелеными насаждениями. Назначение подобных зон отдыха - отвлечь человека от рабочей обстановки, благоприятно воздействовать на его психофизиологическое состояние.

При проектировании зоны отдыха надо учитывать характерное для современной архитектуры стремление слить внутреннее пространство с внешним миром. На промышленном предприятии человек в течение целого дня окружен техникой, поэтому необходимо, чтобы во время непродолжительного отдыха он мог видеть природу.

Если раньше зелень помещали в кое-где расставленных кадках, то сейчас в местах отдыха устраивают газоны с небольшими водоемами и фонтанами. Растения могут свешиваться с потолка и обвивать колонны. Иногда в интерьере стоят целые деревья. Благодаря большим остекленным проемам зелень и растительность как бы переходят из внешнего пространства в интерьер здания.

Слияние внутреннего пространства с внешним достигается за счет таких приемов, как соблюдение одинаковой отметки уровня пола на первом этаже и участка за остеклением; устройство газонов или водоемов, как бы проходящих сквозь остекление; включение кустов и деревьев в интерьер здания; продолжение плоскости потолка, за остеклением переходящего в козырек.

Озеленение, естественные материалы, вода, освещение в зоне отдыха - все это создает в комплексе среду, наделенную природными чертами. Все элементы природы в интерьере должны войти в окружающую среду органично, создать непринужденный контакт между архитектурой, зеленью и человеком, чтобы тем самым благотворно воздействовать на психофизиологическое состояние.

Важным элементом промышленного интерьера являются средства информации и наглядной агитации. Правильное композиционное и художественно-графическое решение этих элементов проминтерьера позволяет решать и чисто эстетические задачи (добиваться гармонического решения интерьера в целом) и способствовать правильной организации технологического процесса, обеспечивать необходимый уровень безопасности, политическое и экономическое воспитание коллектива. Композиционное решение информационных стендов во многом определяется конструкцией здания и масштабом интерьера, в котором они устанавливаются. Учет конструкции здания и масштаба интерьера особенно важен при решении общих информационных комплексов предприятий, размещаемых в вестибюлях, входных холлах, фойе.

Информационные стенды (информационные комплексы предприятия и информационные стенды подразделений) должны располагаться в интерьере вне рабочих зон или по возможности вообще вне производственных помещений. Информационные комплексы предприятий - в вестибюлях, холлах, фойе, коридорах; информационные стенды подразделений - в непроизводственных проходах, зонах административно управленческого аппарата подразделения, в зонах отдыха и т. п. Нежелательно располагать информационные стенды в транспортных проездах и в местах с напряженными людскими потоками.

При решении информационных стендов применяются в основном симметричные, фронтальные и объемные композиции (с зеркальной симметрией) с четкими метроритмическими членениями композиционных плоскостей. Современные строгие и простые формы зданий не требуют излишней вычурности форм, излишней декоративности, и такие решения композиции стендов удовлетворяют требованиям эстетической гармонии.

Естественно, при таком подходе основными средствами композиции являются пропорциональное, масштабное и цветовое решения. Цветовое решение средств информации должно соответствовать общему колористическому решению интерьера. Конструктивное решение стендов должно быть таким, чтобы на них обеспечивалось удобство сборки и монтажа, удобство в эксплуатации.

Элементы стендов должны быть по возможности универсальными, позволяющими создавать варианты решения для интерьеров с различным конструктивным и масштабным построением.

Преобладающим в настоящее время становится модульный способ построения стендов, так как он обеспечивает размерное единство информационных стендов, а, следовательно, приводит к типовым компоновочным и композиционным решениям, чем достигается единый стиль всех информационных стендов предприятия.

Особенно целесообразно применять модульный принцип при построении больших информационных комплексов, где необходимо зрительно организовать большое пространство, добиться метроритмической стройности композиции.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем заключается технико-эстетическая совместимость?
2. Что такое техническая эстетика?
3. Как осуществляется эстетическое воспитание человека?
4. Что такое композиция?
5. Какие категории композиции следует учитывать при разработке изделий?
6. Какие показатели можно выделить в свойствах и качествах композиции?
7. Что можно отнести к средствам композиции?
8. Как цвет действует на человека?
9. В чем суть теории динамического цвета и теории оптимальных цветов?
10. Что представляет собой теория согласованных цветов?
11. Какие факторы влияют на выбор цветового решения?
12. Какие рекомендации следует учитывать при проектировании промышленного интерьера?

## **6. ЭРГОНОМИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА**

Организация рабочего места влияет непосредственно на здоровье работающих, безопасность и производительность труда, а также характеризует культуру производства. Это определяет большое значение правильной организации рабочих мест, а, следовательно, и их эргономической оценки. Такую оценку рабочих мест, производимую при проектировании начиная с первых его стадий, называют проективной.

Оценку спроектированной или эксплуатируемой СЧМ (рабочих мест в целом или производственного оборудования) называют коррективной. Она включает выявление степени соответствия основных эргономических параметров используемых технических средств и других компонентов рабочего места эргономическим требованиям с целью внесения необходимых изменений в оцениваемые объекты.

В настоящее время отсутствует единство взглядов на содержание и процедуру эргономической оценки рабочих мест. Однако, все исследователи исходят из задачи создания такой методики эргономической оценки, которая способствовала бы поиску оптимальных мер сохранения высокой работоспособности и здоровья работающих при возможно малых целевых экономических затратах, несмотря на имеющиеся различия в подходах к оценке степени выполнения требований эргономики в конструкциях технических средств деятельности и в организации рабочих мест.

### **6.1. МЕТОДЫ И ПОКАЗАТЕЛИ ЭРГОНОМИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ**

Эргономическая оценка производственного оборудования проводится экспертным методом в сочетании с инструментальными и расчетными методами. Инструментальный метод полезен при определении тех параметров оборудования, которые обуславливают его соответствие гигиеническим требованиям и антропологическим характеристикам человека. Инструментальный метод применяют также в эксперименте при определении показателей функционального состояния организма человека, работающего на оцениваемом оборудовании. Расчетным методом осуществляют определение показателей, используя значения параметров, найденные инструментальными методами.

В соответствии с ГОСТ 16035-81 «Показатели качества изделий эргономические. Термины и определения, классификация и номенклатура» эргономические показатели (количественная характеристика одного или нескольких эргономических свойств изделия, используемая для определения его соответствия

эргономическим требованиям) представляют собой показатели разно уровневого характера: единичные, комплексные, интегральный, различающиеся в зависимости от числа характеризующих ими свойств. Все показатели подразделяются на четыре группы, три из которых включают показатели, отражающие соответствие свойств изделия той или иной группе характеристик человека, по существу - антропометрическим, физиологическим и психофизиологическим, психологическим. Четвертая группа показателей отражает те свойства изделия, которые влияют непосредственно или опосредованно на эффективность деятельности человека.

Применение установленных ГОСТ 16035-81 показателей четвертой группы при эргономической экспертизе целесообразно, но в настоящее время весьма затруднено в связи с отсутствием критериев их оценки и неопределенностью значений соответствующих эргономических показателей, которые могли бы быть приняты за основу при оценке уровня эргономичности изделия.

В «Методических рекомендациях по оценке соответствия производственного оборудования эргономическим требованиям» система показателей, основанная на принципе соответствия тем или иным характеристикам и возможностям человека, дополнена предметно функциональным принципом выбора и оценки показателей, что позволяет более предметно, конкретно и последовательно проводить как анализ, так и оценку степени соответствия производственного оборудования эргономическим требованиям.

Номенклатура показателей эргономического качества является открытой, т.е. может быть дополнена по мере создания новых технических средств и изделий, а также накопления экспериментальных данных о них.

## **6.2. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЭРГОНОМИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ**

Для проведения эргономической оценки на стадии изготовления или эксплуатации оборудования необходимы следующие материалы:

- готовое изделие;
- техническая документация (техническое описание, комплект чертежей, инструкция по эксплуатации);
- сведения об условиях эксплуатации оборудования;
- сведения об изделиях-аналогах;
- материалы исследований на данной группе оборудования (представляются при проведении гигиенических, физиологических и других исследований);
- нормативные и рекомендательные материалы, содержащие эргономические требования к производственному оборудованию оцениваемой группы.

Для проведения эргономической оценки оборудования создается экспертная комиссия, состоящая из двух групп - рабочей и экспертной. Задачами рабочей группы являются подготовка сведений, материалов, документов для экспертизы, техническая обработка и анализ результатов экспертизы. Экспертная же группа занимается собственно экспертизой оборудования.

Экспертная группа должна включать не менее пяти человек и состоять из физиологов и гигиенистов труда, инженерных психологов высокой профессиональной квалификации, имеющих опыт эргономической оценки оборудования, инженеров, занимающихся вопросами проектирования и оценки оборудования, и дополнительно - рабочих высокой квалификации, имеющих большой стаж работы на оборудовании, аналогичном оцениваемому.

Эксперты должны проходить предварительное обучение, предусматривающее изложение принципов оценивания эргономических показателей системы «человек – техника – среда», описание множества критериев, уточнение формулировок.

В состав экспертной комиссии не должны входить непосредственные разработчики оцениваемого оборудования.

Достаточность материалов, представляемых для экспертизы, и их соответствие требованиям определяются рабочей группой на подготовительном этапе.

Эргономическая экспертиза включает две стадии: аналитическую и оценочную, состоящие из нескольких этапов.

Для частных оценок используются справочные материалы и экспериментальные данные; общая оценка дается в качественной форме («хорошо», «удовлетворительно» и т. д.) и выбирается по согласованию экспертов.

После проведения эргономической экспертизы производственного оборудования составляют заключение по эргономической оценке.

Рабочие места, эргономическая оценка которых выявила наличие нарушений эргономических требований и установила степень тяжести и напряженности труда выше допустимой, должны стать в первую очередь объектами внимания с точки зрения разработки мер оптимизации функционирования системы.

Существующие недостатки экспертного подхода, ограничивающие его применение, обусловлены: отсутствием концептуальной модели эргономического качества объекта оценивания; отсутствием объективной шкалы либо интегрального критерия, обобщающего частные показатели; отсутствием меры неточности оценок, критериев сравнения различных оценок; трудностями создания экспертной комиссии из квалифицированных специалистов; отсутствием норм для процедуры оценивания, а также правил отбора и обучения экспертов.





## Заключение

Оценивая современное состояние эргономики, нужно отметить определенные достижения в создании методического инструментария и практических разработок.

В результате эмпирических исследований в сфере тех наук, которые образуют эргономику, и отчасти в специальных эргономических исследованиях получено и накоплено большое число количественных данных и качественных сведений о характеристиках человека в процессе труда, о показателях эргономичности технических систем и изделий, условий труда. На этой основе разработано значительное количество рекомендаций, вошедших в справочники, государственные и отраслевые стандарты, методические руководства и руководящие технические материалы многих предприятий.

Тем не менее, методические и особенно практические достижения эргономики выглядят пока скромно перед лицом ее проблем, целей и задач.

Перспективы развития имеются по всем направлениям: в теории и методологии, в методическом инструментарии и нормативно-справочной базе, в практических разработках, в организационных вопросах и в подготовке кадров по эргономике. Можно с уверенностью считать, что первостепенное значение в развитии эргономики по большинству направлений будет иметь интеграция научных знаний, предметных областей, конкретных задач и методов, уже сложившихся в тех науках, которые образуют эргономику.

Создание и внедрение систем автоматизированного проектирования влечет за собой и автоматизацию в эргономике. Уже накапливается опыт автоматизации инженерно-психологических и некоторых эргономических исследований и разработок. Создаются банки эргономических данных, рассчитанные на использование ПЭВМ или доступные для этого. На повестке дня стоит вопрос о создании банков эргономических знаний. Такие банки при интенсификации научно-технического прогресса явятся новым орудием труда эргономистов и других пользователей, необходимым средством подготовки эргономистов и внедрения эргономической культуры в широкие круги инженерно-технических работников.

Решение актуальных задач, развитие эргономики невозможно без подготовки достаточного количества специалистов в области эргономики и без повышения эргономической культуры специалистов других профилей до уровня, который требуется для учета эргономических нормативов и внедрения эргономических предложений в свою работу и продукцию.

По понятным причинам сейчас просматриваются далеко не все перспективы и направления развития эргономики. Они будут уточняться, а новые будут открываться по мере развития эргономики. И в этом главная роль будет принадлежать тем, кто сейчас изучает эргономику.

## Библиографический список

1. Аруин А.С., Зациорский В.М. Эргономическая биомеханика. – М.: Машиностроение, 2008. – 256 с.
2. Балинт И., Мурани М. Психология безопасности труда. - М.: Машиностроение, 2008 г.
3. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие / Под ред. С.В. Белова. – М.: Высш. шк., 1999. – 378 с.
4. Безопасность космических полетов / Г.Т. Береговой, А.А. Тищенко, Г.П. Шибанов, В.И. Ярополов. М.: Машиностроение, 2007. – 264 с.
5. Биоритмы и аварии на дорогах // Наука и жизнь. 1974. № 3. С. 52-55.
6. Бондарева И.П., Юровских В.Г. Психологические и социально-психологические основы профилактики производственного травматизма // Охрана труда: Обзор инфо. Вып. 5.
7. Варламов Р.Г., Струков О.Д. Элементы художественного конструирования и технической эстетики. – М.: Сов. радио, 1980. – 96 с.
8. Венда В.Д., Нафтульев А.И., Рубахин В.Ф. Организация труда операторов: инженерно-психологические проблемы. –М.: Экономика, 2007. – 224 с.
9. Военная инженерная психология / Под. ред. Б.Ф.Лолива. – М.: Экономика, 2007. – 400 с.
10. Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса: Руководство Р 2.2.2006-05. - М.: НПК «Апрохим», 2006. – 147 с.
11. ГОСТ 12.0.002-80. ССБТ. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 5 с.
12. ГОСТ 12.0.003-2003. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 5 с.
13. ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 7 с.
14. ГОСТ 12.2.033-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 9 с.
15. ГОСТ 12.3.013-77. ССБТ. Работы машинописные. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 11 с.
16. ГОСТ 16035-81 Показатели качества изделий эргономические. Термины и определения, классификация и номенклатура. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 5 с.

17. ГОСТ 21889-91 Система «человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 16 с.
18. ГОСТ 23000-78 Система «человек-машина». Пульты управления. Общие эргономические требования. – М.: Изд-во стандартов, 1978. – 10 с.
19. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. 9-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2005. – 816 с.
20. Душков Б.А., Смирнов Б.А., Терехов В.А. Инженерно-психологические основы конструкторской деятельности. – М.: Высш. шк., 2010. – 286 с.
21. Котик М.А. Краткий курс инженерной психологии. – Таллин: Валгус, 2001. – 392 с.
22. Котик М.А. Психология и безопасность. – Таллин: Валгус, 2009. – 462 с.
23. Левитов Н.Д. О психических состояниях человека. – М.: Машиностроение, 2004. – 344 с.
24. Леонтьев А.А. Психология общения. – Тарту: Изд-во Тартуского гос. ун-та, 2004. – 219 с.
25. Мунипов В.М. Эргономика: Человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: Учеб. для вузов / В. М. Мунипов, В. П. Зинченко. – М.: Логос, 2010. – 356 с.
26. Милерян Е.А. Эмоционально-волевые компоненты надежности оператора // Очерки психологии труда. – М., 2004. С. 5-82.
27. Небылицин В.Д. Надежность работы оператора в сложной системе управления // Инженерная психология. – М.: Машиностроение, 2014. С. 358-367.
28. Основы инженерной психологии: Учеб. для техн. вузов / Б. А. Душков, Б.Ф. Ломов, В.Ф. Рубахин и др. Под ред. Б.Ф. Ломова. – М.: Высш. шк., 2016. – 448 с.
29. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учеб. пособ. Для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 2008. – 386 с.
30. Производственная эргономика / Под ред. С.И. Горшкова. – М.: Медицина, 2009. – 312 с.
31. Розенблат В.В. Проблема утомления. – М.: Просвещение, 2005. – 240 с.
32. Сердюк В. С., Стищенко Л.Г. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности Учеб. пособие. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2003. – 240 с.
33. Справочник по инженерной психологии / Под ред. Б.Ф. Ломова. – М.: Машиностроение, 2012. – 305 с.
34. Томашевский Т. Человек в системе труда // Эргономика. – М.: Машиностроение, 2011. С.106-121.

35. Человеческий фактор. Т.3: Моделирование деятельности, профессиональное обучение и отбор операторов: Пер. с англ. / Д. Холдинг, И. Голдстейн, Р. Эбертс и др. М.: – Мир, 2011. – 302 с.
36. Энциклопедия по безопасности и гигиене труда: В 4 т.: Пер. с англ./ Гл. ред. А.П. Починок; Междунар. орг. труда. – 4-е изд. – М.: М-во труда и соц. развития. – 2011.
37. Atkinson J. Motivational determinants of risk-taking behavior. – *Psihol. Rev.*, 2007. V. 64. P. 359-371.
38. Yerks R., Dodson J/ The relation of strength of stimulus to rapidity of habit formation // *Journal of Comp. Neur. Psihol* / 1908. V.18. P. 450-482.



*Учебное издание*

**Сердюк** Виталий Степанович  
**Добренко** Александр Максимович  
**Белоусова** Юлия Станиславовна

**ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА**

Учебное пособие

Редактор

Компьютерная верстка

Сводный темплан 2018 г.

Подписано в печать 18. Формат 60 × 84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Отпечатано на дупликаторе.

Бумага офсетная. Усл. печ. л. 7,00. Уч.- изд. л. 7,00

Тираж 60 экз. Заказ

---

Издательство ОмГТУ ,644050, г. Омск, пр. Мира 11; т.23-02-12.

Типография ОмГТУ.