

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ЭРГОНОМИКА

*Рекомендовано в качестве учебного пособия
Редакционно-издательским советом
Томского политехнического университета*

*Составитель **А.И. Фех***

Издательство
Томского политехнического университета
2014

УДК 331.101.1(075.8)
ББК У9(2)242.10я73
Э74

Эргономика: учебное пособие / сост. А.И. Фех; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 119 с.

В пособии рассмотрены основные понятия и базовые положения по учету свойств системы «человек–машина», а также способов решения эргономических вопросов в процессе проектирования окружающей среды. Представлены методы и технические средства эргономики. Освещены основные требования об антропометрии, а также правила учета антропометрических данных при расчете эргономических параметров рабочих мест. Проанализирована операторская деятельность в эргономической системе. В приложении приведены и систематизированы графические фрагменты студенческих работ.

Предназначено для студентов и преподавателей вузов.

УДК 331.101.1(075.8)
ББК У9(2)242.10я73

Рецензенты

Доцент кафедры рисунка, живописи и скульптуры
член Союза дизайнеров России
В.П. Власов

Заведующая кафедрой ИЗО ИИК ТГУ
член Союза художников России
Т.С. Коробейникова

© Составление. ФГБОУ ВПО НИ ТПУ,
2014
© Фех А.И., составление, 2014
© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2014

ВВЕДЕНИЕ

Творческий процесс проектирования среды обитания основывается, с одной стороны, на интуиции и спонтанности, с другой же, на информации и методологии. Дизайнер (проектировщик, архитектор) как бы балансирует между искусством и фактами.

Основы эргономики являются одним из профессиональных курсов в цикле профессиональной подготовки, поскольку раскрывают основные принципы и приемы проектного формирования элементов и комплексов оборудования и предметного наполнения среды, составляющих важнейшую часть современных интерьеров и городских пространств.

Курс, давая студентам не только комплекс практических навыков при решении определенных проектных задач, формирует тип проектного мышления, направленный на создание гуманной среды обитания. Эргономика изучает все составляющие среды обитания человека – от компьютерной мышки до звукового фона и температурного режима – и пытается установить оптимальные параметры каждого из этих компонентов.

Учебное пособие по курсу состоит из пяти разделов, последовательно раскрывающих основные моменты его освоения:

- ОСНОВЫ ЭРГОНОМИКИ
- МЕТОДЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЭРГОНОМИКИ
- ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АНТРОПОМЕТРИИ
- ПРАВИЛА УЧЕТА АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ РАСЧЕТЕ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ МЕСТ
- ЭРГОНОМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Представленные разделы завершаются *Приложениями*, которые имеют учебно-методическое значение и прикладной характер.

В пособии использованы таблицы, иллюстрированный материал и положения, имеющие научно-практическое и методическое значение, из распространенных отечественных и зарубежных источников. Основные из них приведены в списке литературы.

В пособии также использованы фрагменты из работ студентов ТПУ: А. Корневой, А. Штремель, А. Федоткиной, Д. Плаховой, Н. Одиновой, В. Кузнецовой, Е. Шипицыной, А. Топорковой, А. Ждановой, А. Капустиной, Е. Земцевой, М. Кравченко, К. Дудиной, О. Шелеховой.

1. ОСНОВЫ ЭРГНОМИКИ

1.1. Предпосылки возникновения эргономики

Истоки эргономики восходят к временам первобытного общества, которое научилось сознательно изготавливать орудия, придавая им удобную для определенной работы форму и расширяя тем самым возможности человеческих органов. В доисторические времена удобство и точное соответствие орудия потребностям человека были вопросом его жизни и смерти.

До определенного исторического момента, все, что касается человека, будь он бедный или богатый, изготавливалось индивидуально.

Простая деревенская прялка соразмерялась с величиной руки и высотой туловища, расстояние от глаза пряжи до нити было выверено. Инструмент подгонялся по руке, от него требовалась привычная «прихватистость», каждый бугорок рукоятки был ремесленнику знаком. Человек, в свою очередь, принаравливался к инструменту или приспособлению. В этом заключались освоение ремесла, сноровка, опыт.

Меры длины в те эпические времена были полностью привязаны к человеку, его организму, например, локоть, косая и прямая сажень в России, в Британии – футы, в Китае – цуни, можно приводить много примеров, но, как величайший из тайфунов, захлестнула нас всех стандартизация.

Научно-техническая революция и последующий научно-технический прогресс привели к механизации и автоматизации производства и обусловили необходимость становления новой отрасли знания, которая получила название «эргономика».

С развитием производства меняются условия, методы и организация трудовой деятельности человека, изменяются технические средства, используемые человеком, также меняются функции, роль и место человека в труде. Орудия труда зачастую оказываются настолько сложными (структурно и функционально) и нерационально сконструированными, что человеку становится ими трудно пользоваться. Соответственно на разных исторических этапах выступают на первый план те или иные аспекты исследования трудовой деятельности.

В начале XX века, когда появились сложные виды трудовой деятельности: управление автомобилем, локомотивом, трамваем и др., возникли повышенные требования к скорости реакции, восприятию и другим психическим процессам человека, возникла психология труда.

Далее развитие техники все чаще предъявляет повышенные требования к человеку, нередко вынуждая его работать на пределе психофизиологических возможностей. Так, например, в годы Второй мировой войны, когда произошел качественный скачок в военной технике, эффективно использовать ее не могли даже тщательно обученные и отобранные военные. Когда оказались исчерпанными возможности *профессионального отбора и обучения*, на первый план выступила проблема приспособления техники и условий труда к человеку.

По мере накопления знаний возникли контакты между науками. Гигиена труда все чаще была вынуждена обращаться к данным физиологии и психологии труда, а психология труда – к данным физиологии, гигиены труда, системотехнике и т. д.

С учетом изложенного в конце 40-х – начале 50-х возникла потребность в целостной системе представлений о работающем человеке, его взаимоотношениях с техникой и окружающей средой.

Есть еще один аспект.

Наряду с деятельностью на пределе человеческих возможностей в современном производстве становится все более распространенным явлением недостаточная двигательная активность человека в процессе труда, снижающая работоспособность и ухудшающая здоровье работающих.

Полуавтоматические и автоматические линии, сборочные конвейеры, компьютеризированное управление станками и машинами, высокая механизация ручного труда физически облегчили труд человека, но потребовали от него большой скорости выполнения однообразных операций. Движения чрезвычайно упростились – до обычного захвата и перемещения, толчка, нажатия, установления предмета труда или обрабатываемого инструмента в строго определенное положение (в среднем за смену выполняется до 25 000 однообразных неустойчивых движений). Многие работающие (по некоторым данным, более половины) сейчас попадают в группы повышенного риска возникновения болезней суставов, мышц, позвоночника. Эти болезни развиваются постепенно в течение многих месяцев и даже лет в результате постоянного функционального напряжения определенной части тела и потому называются кумулятивными травмами.

При диагностике заболеваний не так просто выявить роль труда в их возникновении. Это затрудняет устранение причин нарушения здоровья и разработку мер профилактики. Известна следующая схема возникновения кумулятивной травмы: «перегрузка + повторяемость + неудобная поза + недостаточный отдых = кумулятивная травма».

В качестве примера приведем трелевочный трактор ТТ-4 (рис. 1.1), созданный и выпускающийся в СССР для лесного хозяйства на Алтай-

ском тракторном заводе. Даже если специально задаться целью создать максимум неудобств и опасностей при использовании техники, то невозможно будет добиться того, что удалось конструкторам. На тракторе не обеспечены необходимые обзорность с рабочего места и защита при ударах о кабину даже небольших деревьев. Большинство органов управления расположено в неудобной зоне, а усилия, прилагаемые к ним, превышают рекомендуемые в 1,5–4,5 раза. Крайне неудобное рабочее сиденье, отсутствуют мягкая обивка потолка кабины, а также необходимые приспособления: устройство обдува стекла, подножка для входа и выхода из кабины, фиксатор двери в открытом положении, дистанционный прибор контроля уровня топлива в баке.



Рис. 1.1. Трелевочный трактор ТТ-4

Показатели физической среды на производстве, в учреждениях, кабинах самолетов, тракторов и т. д. (освещенность, состав воздуха, атмосферное давление, шум и т. п.) также должны быть согласованы с психофизиологическими возможностями и особенностями человека. Только тогда можно рассчитывать на высокую эффективность и качество труда человека при одновременном сохранении его здоровья.

Эргономика не изучает рабочую среду и другие ее виды как таковые, это предметы других наук. Для эргономики важно влияние среды на эффективность и качество деятельности человека, его работоспособность, физическое и психическое благополучие. Эргономика определяет оптимальные величины средовых нагрузок – как по отдельным показателям, так и в их сочетании.

Таким образом, возникновению эргономики предшествовало развитие таких наук, как физиология, гигиена, психология труда, а также антропология и безопасность и организация труда.

При рождении промышленного производства были определенные проблемы с тем, как угодить всем и каждому, совершенно не известному предпринимателю Васе, потребителям Феде, Пете и Маше. Промышленный способ производства породил в связи с этими новыми, не известными кустарному способу производства вопросами, и новые подходы, и новые науки, и новые профессии. Новые подходы заключались в стандартизации, ярким проявлением которой стало принятие во всем мире метрической системы мер, компьютеризации многих процессов, которые ранее делались вручную, а также, в подходе к человеку не как к отдельной личности, а как к представителю определенной группы.

1.2. Термин «эргономика»

Ergonomics (греч. Ergon – работа и Nomos – закон).

Эргономика – отрасль науки, которая изучает движения человеческого тела во время работы.

Научная и проектировочная дисциплина (область знания), комплексно изучающая трудовую деятельность в системах «человек-машина-среда» (ЧМС).

Эргономика – наука, изучающая различные предметы, находящиеся в непосредственном контакте с человеком в процессе его жизнедеятельности. Ее цель – разработать форму предметов, которые были бы максимально удобными для человека при их использовании, и предусмотреть систему взаимодействия с ними.

Изучением взаимодействия среднего человека и предметной среды занимаются две отрасли науки: антропометрия и эргономика. Они необходимы при создании продуктов массового производства. Антропометрия и эргономика обогатили промышленный дизайн дополнительными научными данными и создали научную базу дизайна. Область применения эргономики довольно широка: она охватывает организацию рабочих мест, как производственных, так и бытовых, а также промышленный дизайн.

Многие считают, что областью изучения эргономики является только мебель, но это не так. Эргономика изучает все составляющие среды обитания человека – от компьютерной мышки до звукового фона и температурного режима, и пытается установить оптимальные параметры каждого из этих компонентов.

Сегодня в нашей стране принят английский термин, хотя в СССР в 20-е годы предлагался термин «эргология». Вот так всегда, иностранное нам подавай!

В США эргономика носит имя – «исследование человеческих факторов» (Human Factors HF). В Европе – (Ergonomics), в ФРГ – «антропотехника». Провинциальность ли тому причина или просто любовь

к иностранной экзотике, но любим мы, чтоб не по-нашему, чтоб креативно да гламурно, а не просто талантливо и изысканно.

1.3. Микроэргономика и макроэргономика

В настоящее время различают *микроэргономику* и *макроэргономику*.

Микроэргономикой сегодня называют проектирование функций, рабочих задач, типов работ, видов деятельности и взаимосвязей между человеком и техникой на основе изучения возможностей и особенностей человека. Микроэргономика ориентирована на изучение и проектирование интерфейсов «человек – другой компонент рабочей системы». Известны различные виды интерфейсов, например:

- «человек–работа»,
- «человек–машина»,
- «человек – программное обеспечение»,
- «человек–среда».

Макроэргономика ориентирована на изучение и проектирование рабочей системы на общеорганизационном уровне. Этот подход пронизывает все проектные характеристики рабочей системы, в том числе микроэргономическое проектирование интерфейсов, и обеспечивает целостность рабочей системы и ее гармонизацию. Последняя характеристика означает, что все подсистемы и компоненты системы синхронизированы и действуют как единое целое.

1.4. Объект, предмет, цели, задачи эргономики

Объектом изучения эргономики является система «человек–машина» (человек–машина–среда).

Система «человек – машина» относится к числу основных понятий эргономики. Это абстракция, а не физическая конструкция или тип организации.

Система «человек–машина» (или «рабочая система») включает одного или большее число людей и производственное оборудование, используемое при выполнении задачи системы в рабочем пространстве, в среде на рабочем месте и в ситуациях, определяемых рабочими задачами.

Машина – совокупность технических средств, используемых оператором в процессе трудовой деятельности.

В целостном образовании, каковым является система «человек–машина», эргономика вычленяет и решает проблемы распределения функций в системе, соотношения деятельности человека с функционированием технической системы и ее элементов, распределения и согласования функций между людьми при выполнении рабочих задач, а также проектирует или организует деятельность человека или группы

людей с техническими системами или ее элементами, обосновывает требования к указанным средствам деятельности и условиям ее осуществления, разрабатывает методы реализации этих требований в процессе проектирования и использования систем.

Имея в качестве объекта исследования систему «человек–машина», эргономика изучает определенные ее свойства, которые обусловлены положением и ролью человека в системе. Эти свойства получили название *человеческих факторов в технике*. Они представляют собой показатели связи человека, машины, предмета деятельности и среды, связанные с достижением конкретных целей. Человеческие факторы в технике существуют актуально, т. е. «здесь и теперь», порождаются во время взаимодействия человека и технической системы.

Человеческие факторы в технике не могут быть сведены к взятым самим по себе характеристикам человека, машины (технического средства), среды. Характеристики и свойства представляют собой не отдельные изолированные признаки компонентов системы «человек–машина», а являются ее совокупными качествами.

Человеческие факторы в технике не даны изначально. Они представляют собой искомое, которое может быть найдено лишь на основе предварительного анализа задач системы «человек–машина», функций человека в ней, вида и отличительных черт его деятельности.

Человеческие факторы в технике формируются на основе базовых характеристик: социально-психологических, психологических, физиологических и психофизиологических, антропологических, гигиенических в их соотношении с техникой. Исследователям и проектировщикам важно не только знать базовые характеристики, но и представлять, как на их основе формируются человеческие факторы в технике, эргономические свойства и эргономичность систем «человек–машина».

Эргономичность системы «человек–машина» взаимосвязана с критериями производительности, надежности, экономичности и эстетичности. Эргономичность – это целостность эргономических свойств, к которым относятся управляемость, обслуживаемость, осваиваемость и обитаемость. Первые три описывают свойства системы, при которых она органично включается в структуру и процесс деятельности человека или группы людей по управлению, обслуживанию и освоению. Происходит это в тех случаях, когда в проект системы закладываются решения, создающие наилучшие условия для удобного, эффективного и безопасного выполнения указанных видов деятельности. Четвертое свойство – обитаемость – относится к условиям функционирования системы, при которых сохраняется здоровье людей, поддерживаются нормальная динамика их работоспособности и хорошее самочувствие. Одним из эффективных путей создания таких условий явля-

ется устранение или ослабление неблагоприятных факторов рабочей среды в самом источнике их образования в системах, машинах и оборудовании.

Каждое эргономическое свойство представляет определенную целостность человеческих факторов в технике, которые являют собой разные, но взаимосвязанные существенные признаки указанных свойств.

Предметом изучения эргономики является трудовая деятельность человека в процессе взаимодействия с техническими средствами в условиях существенного влияния факторов внешней и социальной среды.

Общая цель эргономики формулируется как единство двух аспектов исследования и проектирования:

- удобство и комфортные условия эффективной деятельности человека, а соответственно и эффективное функционирование систем «человек–машина»;
- сохранение здоровья и развитие личности.

.В конкретном исследовании и проектировании тот или иной аспект может превалировать. Однако общая цель реализуется через их совокупность и взаимодополняемость.

Основные цели эргономики:

- Повышение эффективности в системе Ч-М-С.
- $Эффективность = (производительность * качество / затраты) * 100 \%$
- Повышение безопасности труда.
- Обеспечение условий для развития личности в процессе труда: правильное распределение функции между человеком и техническими средствами; задействовать высшие функции организма (мышление, внимание, память, сознание).

Задачи эргономики:

- Разработка теоретических основ проектирования деятельности человека-оператора с учетом специфики эксплуатации технических систем в условиях влияния окружающей среды.
- На начальных этапах развития эргономики преобладал *коррективный подход* (панель приборов вогнутая, чтобы блики не мешали вождению). Ему на смену пришел *проективный подход* – исследование взаимодействия с окружающей средой и техническими системами, определяющими качество его деятельности.
- Информационные процессы: прием, оценка и *переработка информации, принятие и реализация решения*; формулирование принципа создания СЧМС (системы эргономичности, адаптивной эргономичности – улучшения от допустимых к оптимальным).

- Разработка и проверка гипотез о перспективах труда человека и связанных с ними технических систем, влияние факторов внешней среды.
- Например, компьютеризация может изменить процесс обучения, что сделает человека рациональнее, агрессивнее, и может привести к переоценке ценностей. Развитие компьютерной техники привело к появлению новых симптомокомплексов.
- Создание методов исследования, проектирования и эксплуатации СЧМС, обеспечивающих ее безопасность, эффективность и удовлетворенность трудом работающего в ней человека.

Структура и состав эргономики

Эргономика – отрасль междисциплинарная, черпающая знания, методы исследования и технологии проектирования из следующих отраслей знания и практики:

- Инженерная психология.
- Психология труда, теория групповой деятельности, когнитивная психология.
- Конструирование.
- Гигиена и охрана труда, научная организация труда.
- Антропология, антропометрия.
- Медицина, анатомия и физиология человека.
- Теория управления.

Антропометрический показатель регламентирует соответствие машины размерам и форме человеческого тела, подвижности его частей тела. Обеспечивает рациональную удобную позу, правильную осанку, оптимальные рабочие зоны рук и ног и оптимальную хватку рукояток (кнопок, рычагов...).

Гигиенический показатель – характеризует условия жизнедеятельности и оптимальной работоспособности при его взаимодействии с машиной. Характеризует освещенность, вентилируемость, температуру, влажность, давление, запыленность, радиацию, шум, вибрацию, электромагнитное излучение.

Физиологические и психофизиологические требования определяют соответствие СЧМС следующим возможностям и особенностям человека: силовым, скоростным, энергетическим, зрительным, слуховым, осязательным, обонятельным.

Психологический показатель отражает соответствие машины особенностям восприятия, памяти, мышления, психомоторики, закрепленным и вновь формируемым навыкам.

Степень и характер группового взаимодействия, опосредование межличностных взаимоотношений.

2. МЕТОДЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЭРГОНОМИКИ

2.1. Классификация эргономических методов

Методы исследования в эргономике условно могут быть разделены на три группы: аналитические (или описательные), экспериментальные и расчетные. В большинстве исследований они тесно переплетены между собой и применяются одновременно, дополняя друг друга.

Первую группу методов условно называют **организационными**. К ним относятся методологические средства эргономики, обеспечивающие системный подход к исследованию и проектированию. Характерной чертой таких исследований и проектирования является не синтез результатов, полученных на основе независимых исследований, а организация такого исследования и проектирования, в ходе которых используются в определенном сочетании принципы и методы различных дисциплин.

Эффективным инструментом осуществления такой функции является системное моделирование, где предмет моделирования рассматривается как система и сам процесс расчленяется на систему моделей.

Наиболее обширна *вторая группа методов*, внутри которой в зависимости от целей и характера исследований выделяется целый ряд конкретных методических процедур. Вторую группу методов составляют **эмпирические способы** получения научных данных. К этой группе относятся:

- наблюдение и самонаблюдение;
- экспериментальные процедуры (лабораторный и производственный, эксперименты);
- диагностические методики (различного рода тесты, анкеты, социометрия, интервью и беседы);
- анализ процессов и продуктов деятельности;
- моделирование (предметное, математическое и т. д.).

Третью группу методов составляют различные способы количественной и качественной обработки данных.

Также существуют различные **психофизиологические методики**:

- измерение времени реакции (простой сенсомоторной реакции, реакции выбора, реакции на движущийся объект и т. д.);

- психофизические методики (определение порогов и динамики чувствительности в различных модальностях);
- психофизические методы исследования перцептивных, мнемических, когнитивных процессов и личностных характеристик.

Перцептивные процессы – процессы, связанные с восприятием, познанием.

Перцептивная память – хранится в течение небольшого периода времени.

Запоминание, воспроизведение, забывание есть *мнемические* процессы, то есть процессы, связанные со свойствами памяти.

Когнитивная психология (англ. cognition – познание) изучает механизмы, при помощи которых человек познает окружающий мир. *Когнитивные* процессы – познавательные процессы.

В эргономике широкое распространение получили **методы электрофизиологии**, изучающей электрические явления в организме человека при различных видах его деятельности. Они позволяют оценивать временные параметры многих процессов, их выраженность, топографию, механизмы их регулирования и т. д. К ним относятся:

- *электроэнцефалография* – запись электрической активности мозга с поверхности головы – дает возможность качественного и количественного анализа функционального состояния собственной активности мозга и его реакций при действии раздражителей;
- *электромиография* – запись электрической активности мышц – чувствительный показатель включения в двигательную активность или статическую работу определенных мышечных групп;
- *регистрация кожно-гальванической реакции* – изменение разности потенциалов кожи – показатель электропроводимости кожи;
- *электрокардиография* – запись электрической активности сердца – индикатор состояния сердечно-сосудистой системы;
- *электроокулография* – запись электрической активности наружных мышц глазного яблока – объективный показатель перемещения взора человека при рассматривании какого-либо объекта.

Включает эргономика в свой методический арсенал и **биотелеметрию** – дистанционное исследование функций и измерение показателей жизнедеятельности человека, которое осуществляется в реальной обстановке в течение длительного времени.

Фиксация количественного и качественного снижения работоспособности, а также нарушения координации процессов, связанных с выполнением работ, позволяет наблюдать за развитием утомления без отрыва человека от трудового процесса, причем часто выявляется снижение работоспособности еще до изменения количественных и качественных показателей работы.

Перспективным является применение в диагностических целях **субъективных оценок утомления**, что дает основание для развития различных направлений в методах диагностики – опросников и субъективного шкалирования.

Опросники позволяют выявить качественно разнообразные симптомы утомления, которые с большей или меньшей легкостью могут быть осознаны человеком. Состояние человека оценивается общим количеством симптомов.

Методики субъективного шкалирования предназначены для оценки степени утомления самим человеком. Испытуемого просят соотнести свое состояние с рядом признаков, для каждого из которых выделены полярные оценки (отсутствие/присутствие, плохой/хороший). Расстояние между крайними точками представляется в виде многоступенчатой шкалы. Степень выраженности каждого признака определяется расположением точки, выбранной испытуемым на этой шкале.

Методы измерения рабочей нагрузки разнообразны. Измерение рабочей нагрузки на практике необходимо прежде всего для установления того, что действия, которые должен выполнять человек, осуществимы и для выявления тех из них, которые вызывают наибольшую нагрузку.

Один из методов оценки рабочей нагрузки основан на анализе выполнения задач по временной шкале. Обработка данных о временных распределениях задач может осуществляться вручную и на компьютере. В том и другом случае составляется «профиль рабочей нагрузки». Этот профиль должен быть проанализирован и уточнен опытными операторами. Пики рабочей нагрузки указывают, на какие фрагменты выполнения задачи следует обратить наибольшее внимание.

В эргономических исследованиях находят применение **методы биомеханики**: ускоренная киносъемка, циклография, киноциклография, видеозапись и др. С их помощью характеризуется двигательная активность человека с точки зрения эффективности трудовых движений, работы различных звеньев опорно-мышечного аппарата.

Широкое применение получила техника антропометрических исследований – измерение тела человека и его частей: головы, шеи, груди, живота, конечностей при помощи специальных инструментов. Измеряются длина и ширина, обхват (окружность) и другие параметры частей тела.

В проектировании находит применение **соматография** – технико-антропометрический анализ положения тела и изменения рабочей позы человека, соотношения размеров человека и машины. Результаты этого анализа обычно представляются в графической форме. Соматография позволяет рассчитывать зоны легкой и оптимальной досягаемости, находить оптимальные способы организации рабочего

места с учетом пропорциональных отношений между элементами оборудования и человеком.

Для изучения условий деятельности и влияния их на здоровье человека используются физические, химические, физиологические, токсикологические и другие **методы гигиены труда**.

Используемые в эргономике **социометрические методы исследования межличностных отношений** позволяют:

- выявить факт предпочтения или установки, выраженный индивидом в отношении других членов группы в определенных ситуациях управления и технического обслуживания сложных систем;
- описать положение индивида в группе так, как оно представляется самому субъекту, и сопоставить это с реакциями других членов группы;
- выразить взаимоотношения внутри сравниваемых групп с помощью формальных методов.

Одной из распространенных методик исследования совместимости членов малых групп является **гомеостатическая методика**, которая нашла применение в проектировании групповой деятельности операторов.

В каждом отдельном случае речь должна идти об экономном подборе небольшого числа методов. Именно задача определяет подбор, модификацию или создание новых методов исследования в эргономике.

2.2. Методы получения исходной информации для описания деятельности человека

Эргономическое проектирование техники и технически сложных потребительских изделий предполагает выявление условий, в которых протекает деятельность человека, и аналитическое описание присущих ей психических и психофизиологических функций. В каждом отдельном случае состав этих функций и их взаимосвязь в общей структуре трудового процесса различны.

В науках о труде сложились два метода получения исходной информации, необходимой для описания трудовой деятельности. Это методы описательного и инструментального профессиографирования.

Описательное профессиографирование включает:

- анализ технической документации и инструкций по использованию техники;
- эргономическое изучение техники (систем), сопоставление его результатов с нормативными документами по эргономике;
- наблюдение за ходом рабочего процесса. С помощью этого метода, дополненного хронометражем – регистрацией изменения во времени характеристик деятельности, а также видеозаписью всех опера-

ций в порядке их следования, можно достаточно подробно описать деятельность человека;

- опрос регламентированный, для которого характерны предварительная подготовка единообразных для всех опрашиваемых вопросов и строго заданная их последовательность;
- опрос нерегламентированный, предполагающий свободную беседу с опрашиваемым в соответствии лишь с ее общим планом, что требует определенных навыков и даже искусства;
- самоотчет человека в процессе деятельности;
- экспертную оценку;
- количественную оценку эффективности деятельности.

Инструментальное профиографирование включает:

- измерение и оценку факторов среды;
- регистрацию и последующий анализ ошибок. Сбор и анализ данных об ошибочных действиях человека являются одним из важных путей анализа и оценки эргономических характеристик системы «человек–машина» или технически сложных потребительских изделий;
- объективную регистрацию энергетических затрат и функционального состояния организма человека;
- объективную регистрацию и измерение трудно различимых (в обычных условиях) составляющих деятельности человека, таких как направление и переключение внимания, оперирование органами управления и др. Для этого используются различные методы: регистрация направления взгляда человека и показаний приборов с последующим наложением траектории взгляда на приборную панель; циклография, или кинорегистрация движений рук; измерение силы сопротивления органов управления; магнитофонная регистрация речевых сообщений. Подобные методы и средства используются непосредственно в процессе деятельности, а регистрируемые параметры соотносятся с хронограммой трудового процесса;
- объективную регистрацию и измерение показателей физиологических систем, обеспечивающих процессы обнаружения сигналов, выделения информационных признаков, информационного поиска, оперирования исходными данными для принятия решений, а также исполнительные (двигательные или речевые) действия. К числу таких показателей относятся, например, состояние зрительной системы, речевого и двигательного аппаратов. Регистрации подлежат движения глаз наблюдателя, громкая и внутренняя речь, движения и тремор рук, а также электрическая активность зрительной, речевой и двигательной областей коры головного мозга. Эти показатели регистрируются с помощью довольно сложного электрофи-

зиологического оборудования, результаты требуют трудоемкой математической обработки.

Перечисленные методы профессионального исследования используются в зависимости от степени сложности изучаемой деятельности и требуемой полноты ее описания. Во многих случаях достаточно метода описательного профиографирования.

3. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АНТРОПОМЕТРИИ

Данные о строении тела человека, его форме, размерах, их вариативности и различиях в зависимости от пола, возраста, этнотерриториальных особенностей, рода занятий, принадлежности городу или селу и других факторов необходимы:

- для конструирования технических средств деятельности (станков, подъемно-транспортных машин, медицинского оборудования, мебели, изделий культурно-бытового назначения, спортивного инвентаря и т. п.);
- средств коллективной и индивидуальной защиты;
- одежды и обуви;
- при аттестации и паспортизации рабочих мест;
- при эргономической экспертизе готовой продукции.

Обязательный и корректный учет размеров тела позволяет создать в значительной степени оптимальные условия для поддержания рациональной рабочей позы и выполнения рабочих движений. А именно: рассчитать границы досягаемости для рук и ног; рассчитать параметры безопасных рабочих пространств и доступов к узлам монтажа, наладки и ремонта; безопасных расстояний, проходов, аварийных выходов, лестниц; оградительных устройств, площадок, временных вспомогательных сооружений и т. п.

Эргономические размеры тела – это прежде всего инструмент проектирования (организации) рабочей позы путем расчета на их основе эргономических параметров элементов рабочих мест и их пространственной организации. Особого внимания заслуживают опорные поверхности (поверхность сиденья, спинки, подлокотников; рабочая поверхность и подставка для ног), которые постоянно и непосредственно соприкасаются с телом работающего и являются исходными при расчетах других параметров рабочего места.

Итак, немного истории.

3.1. Витрувианский человек

De architectura libri decem (лат. «Десять томов по архитектуре») – самый древний и единственный трактат по теории архитектуры, целиком дошедший до наших дней с дохристианских времен. Он посвящен

римскому императору Августу. Считается, что его автором был военный инженер римской армии по имени Марк Витрувий Поллион.

Возрождение интереса к античной архитектуре произошло по окончании Средних веков, буквально, в период Возрождения. Благодаря отсутствию других источников, манускрипт Витрувия был воспринят учеными, архитекторами и художниками как главная доктрина античной архитектуры. Многие из них систематизировали, переводили и публиковали труд Витрувия в иллюстрированных изданиях.

Один из общих принципов Витрувия требует соразмерности архитектурных деталей человеческому телу и его пропорциям. По его мнению, совершенство человеческого тела проявляется, например, в том, что человека с широко расставленными руками можно вписать в квадрат, стороны которого касаются темечка, пальцев рук и пяток. Более того, если попросить того же человека широко расставить ноги, то получится описать вокруг него окружность, центр которой совпадет с пупком (рис. 3.1).

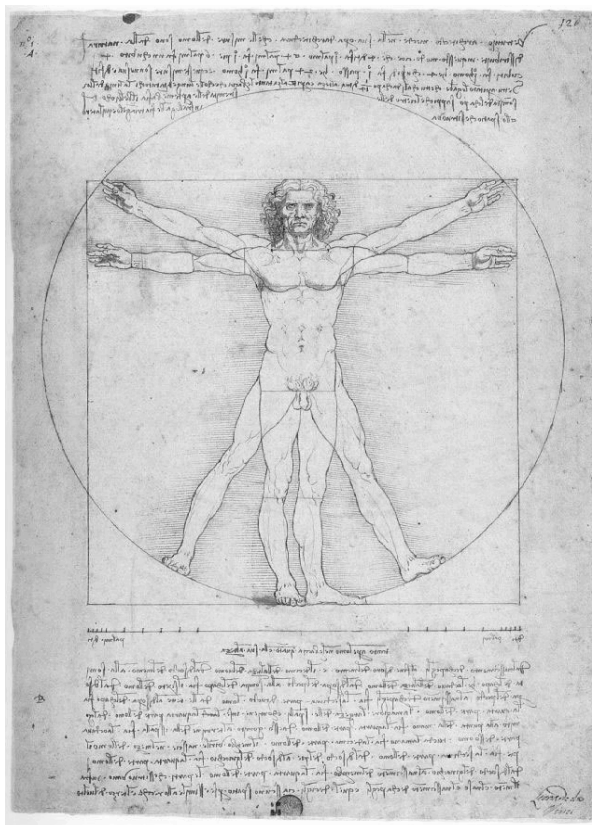


Рис. 3.1. Витрувианский человек

Интересно, что оригинальный манускрипт Витрувия вообще не содержит иллюстраций, хотя ученые предполагают, что они там были изначально. Авторы изданий времен Возрождения иллюстрировали текст са-

мостоятельно. Homo ad quadratum и homo ad circulum появлялись в самых разных вариациях как две отдельные иллюстрации закономерностей, описанных Витрувием, и только у Леонардо да Винчи два положения были виртуозно совмещены на одном легком, прекрасно читаемом рисунке.

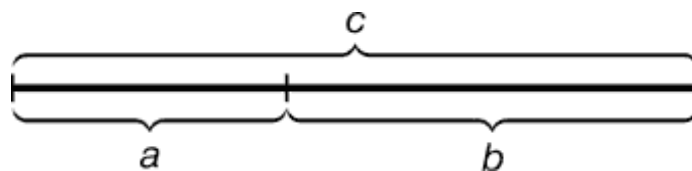
У Витрувия описаны и другие антропометрические закономерности. Собственно «витрувианским человеком» в литературе последующих веков называли подобные изображения, демонстрирующие пропорции человеческого тела и их связь с архитектурой.

В наше время витрувианский человек в версии да Винчи уже не воспринимается как геометрическая схема человеческого тела. Он превратился ни много ни мало в символ человека, человечества и вселенной.

3.2. Золотое сечение Леонардо да Винчи

В чем же заключается смысл кода Золотого сечения? Все в природе (включая космическую составляющую этого термина) имеет приблизительно одинаковые пропорции. Что вызывает почтительное недоумение вселенским масштабом связи всего сущего. Число, выражающее эти пропорции, – 1,618.

Золотое сечение – это такое пропорциональное деление отрезка на неравные части, при котором меньший отрезок так относится к большему, как больший ко всему.



$$a : b = b : c, \text{ или } c : b = b : a.$$

Эта пропорция равна:

$$\phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \approx 1.61803398874989484 \dots$$

Принято считать, что понятие о золотом сечении ввел в научный обиход Пифагор. Есть предположение, что Пифагор свое знание позаимствовал у египтян и вавилонян. И действительно, пропорции пирамиды Хеопса, храмов, барельефов, предметов быта и украшений из гробницы Тутанхамона свидетельствуют, что египетские мастера пользовались соотношениями золотого деления при их создании.

В 1855 г. немецкий исследователь золотого сечения профессор Цейзинг опубликовал свой труд «Эстетические исследования». Цейзинг измерил около двух тысяч человеческих тел и пришел к выводу, что золотое сечение выражает средний статистический закон (рис. 3.2, рис. 3.3).

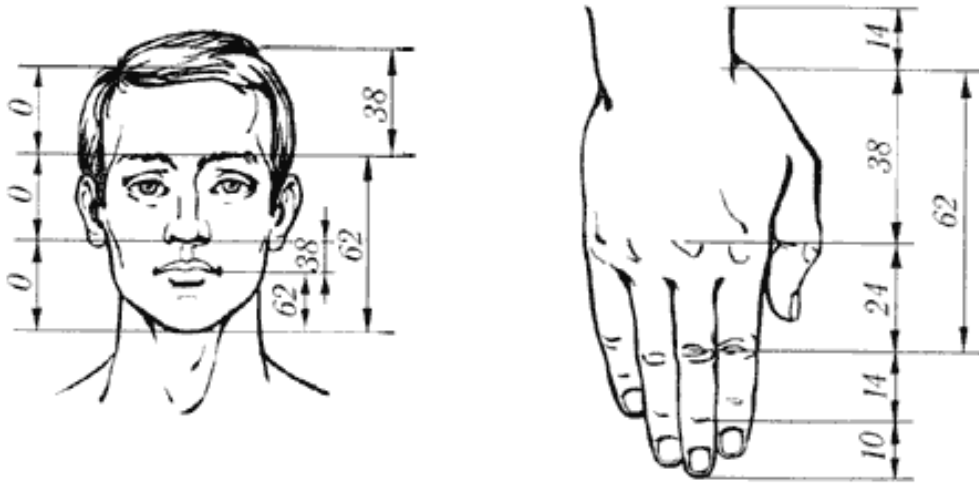


Рис. 3.2. Золотые пропорции в частях тела человека

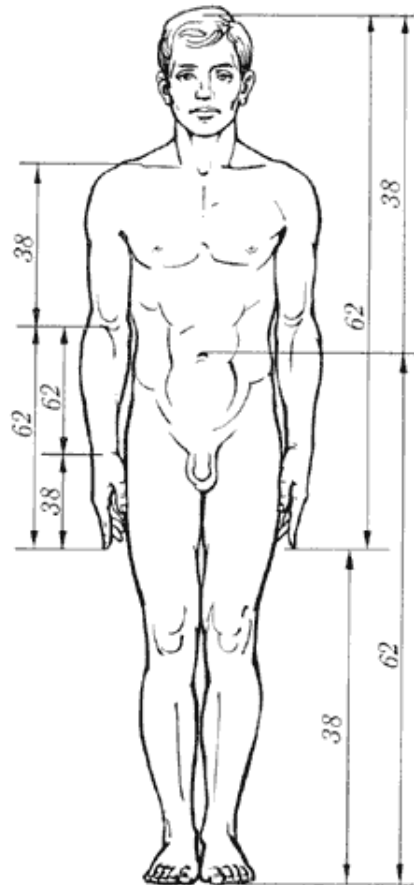


Рис. 3.3. Золотые пропорции в частях тела человека

Деление тела точкой пупа – важнейший показатель золотого сечения. Пропорции мужского тела колеблются в пределах среднего отношения $13 : 8 = 1,625$ и несколько ближе подходят к золотому сечению, чем пропорции женского тела, в отношении которого среднее значение пропорции выражается в соотношении $8 : 5 = 1,6$.

У новорожденного пропорция составляет отношение 1 : 1, к 13 годам она равна 1,6, а к 21 году равняется мужской. Пропорции золотого сечения проявляются и в отношении других частей тела – длина плеча, предплечья и кисти, кисти и пальцев и т. д. Справедливость своей теории Цейзинг проверял на греческих статуях. Наиболее подробно он разработал пропорции Аполлона Бельведерского. Подверглись исследованию греческие вазы, архитектурные сооружения различных эпох, растения, животные, птичьи яйца, музыкальные тона, стихотворные размеры.

Цейзинг дал определение золотому сечению, показал, как оно выражается в отрезках прямой и в цифрах. Когда цифры, выражающие длины отрезков, были получены, Цейзинг увидел, что они составляют **ряд Фибоначчи**.

Ряд чисел 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55 и т. д. известен как ряд Фибоначчи. Особенность последовательности чисел состоит в том, что каждый ее член, начиная с третьего, **равен сумме двух предыдущих** $2 + 3 = 5$; $3 + 5 = 8$; $5 + 8 = 13$, $8 + 13 = 21$; $13 + 21 = 34$ и т. д., а отношение смежных чисел ряда приближается к отношению золотого деления.

Так, $21 : 34 = 0,617$, а $34 : 55 = 0,618$. (или **1.618**, если делить большее число на меньшее).

Ряд Фибоначчи мог бы остаться только математическим казусом, если бы не то обстоятельство, что все исследователи золотого деления в растительном и в животном мире, не говоря уже об искусстве, неизменно приходили к этому ряду как арифметическому выражению закона золотого сечения.

Золотое сечение в искусстве

Еще в 1925 году искусствовед Л.Л. Сабанеев, проанализировав 1770 музыкальных произведений 42 авторов, показал, что подавляющее большинство выдающихся сочинений можно легко разделить на части или по теме, или по интонационному строю, или по ладовому строю, которые находятся между собой в отношении золотого сечения.

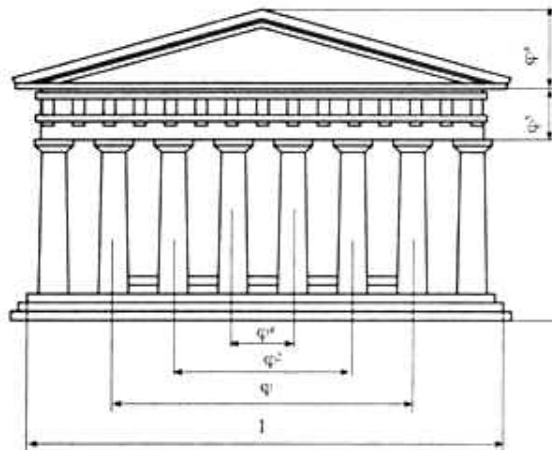
Причем, чем талантливее композитор, тем в большем количестве его произведений найдено золотых сечений. У Аренского, Бетховена, Бородина, Гайдна, Моцарта, Скрябина, Шопена и Шуберта золотые сечения найдены в 90 % всех произведений. По мнению Сабанеева, золотое сечение приводит к впечатлению особой стройности музыкального сочинения.

В кино С. Эйзенштейн искусственно построил фильм «Броненосец Потемкин» по правилам золотого сечения. Он разбил ленту на пять частей. В первых трех действие разворачивается на корабле. В двух последних – в Одессе, где разворачивается восстание. Этот переход в го-

род происходит точно в точке золотого сечения. Да и в каждой части есть свой перелом, происходящий по закону золотого сечения.

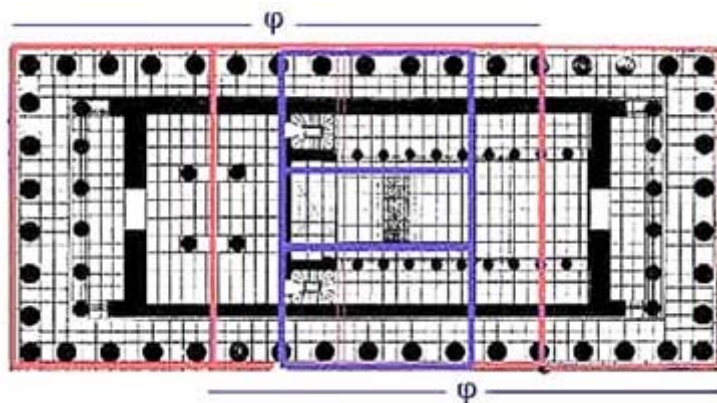
Золотое сечение в архитектуре, скульптуре, живописи

Одним из красивейших произведений древнегреческой архитектуры является Парфенон (V в. до н. э.).

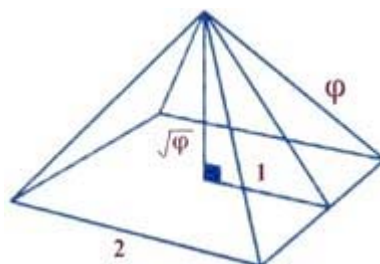


На рисунках виден целый ряд закономерностей, связанных с золотым сечением. Пропорции здания можно выразить через различные степени числа $\Phi = 0,618\dots$

На плане пола Парфенона также можно заметить «золотые прямоугольники»:



Золотое соотношение мы можем увидеть и в пирамиде Хеопса:

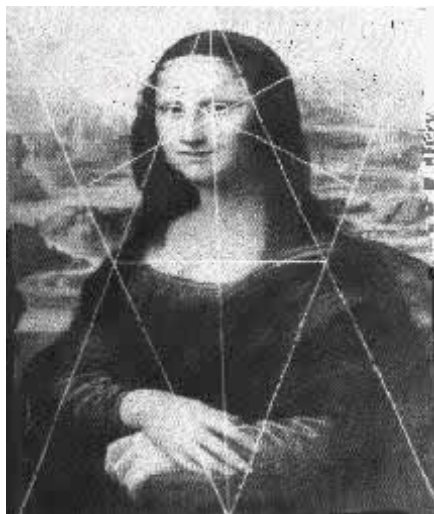


Не только египетские пирамиды построены в соответствии с совершенными пропорциями золотого сечения; то же самое явление обнаружено и у мексиканских пирамид.

Золотая пропорция применялась многими античными скульпторами. Известна золотая пропорция статуи Аполлона Бельведерского: рост изображенного человека делится пупочной линией в золотом сечении.



Переходя к примерам золотого сечения в живописи, нельзя не остановить своего внимания на творчестве Леонардо да Винчи. Посмотрим внимательно на картину «Джоконда». Композиция портрета построена на «золотых треугольниках».



Золотое сечение в живой природе

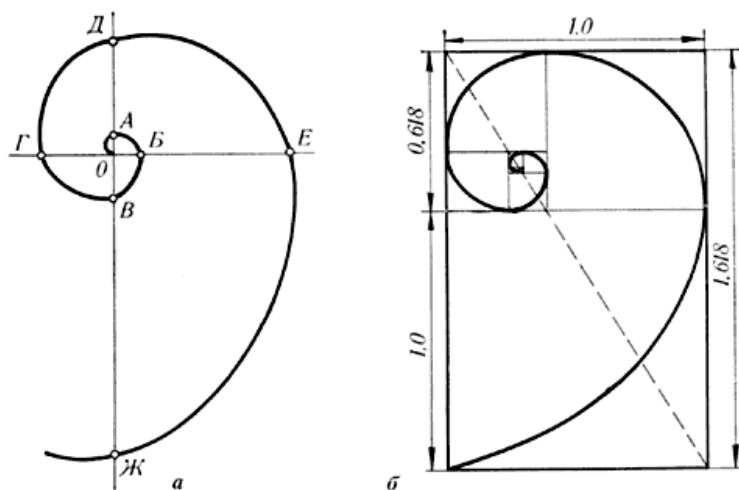
В биологических исследованиях было показано, что, начиная с вирусов и растений и кончая организмом человека, всюду выявляется золотая пропорция, характеризующая соразмерность и гармонич-

ность их строения. Золотое сечение признано универсальным законом живых систем.

Было установлено, что числовой ряд чисел Фибоначчи характеризует структурную организацию многих живых систем. Например, винтовое листорасположение на ветке составляет дробь (число оборотов на стебле/число листьев в цикле, напр. $2/5$; $3/8$; $5/13$), соответствующую рядам Фибоначчи.

Хорошо известна «золотая» пропорция пятилепестковых цветков яблони, груши и многих других растений. Носители генетического кода – молекулы ДНК и РНК – имеют структуру двойной спирали; ее размеры почти полностью соответствуют числам ряда Фибоначчи.

Гете подчеркивал тенденцию природы к спиральности.



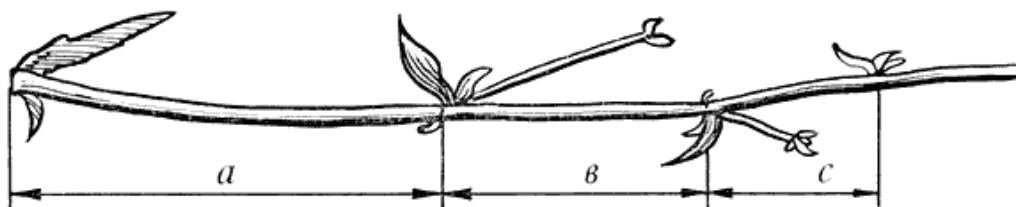
Паук плетет паутину спиралеобразно. Спиралью закручивается ураган. Испуганное стадо северных оленей разбегается по спирали.

Гете называл спираль «кривой жизни». Спираль увидели в расположении семян подсолнечника, в шишках сосны, ананасах, кактусах и т. д.



Цветки и семена подсолнуха, ромашки, чешуйки в плодах ананаса, хвойных шишках «упакованы» по логарифмическим («золотым») спиральям, завивающимся навстречу друг другу, причем числа «правых» и «левых» спиралей всегда относятся друг к другу, как соседние числа Фибоначчи.

Рассмотрим побег цикория. От основного стебля образовался отросток. Тут же расположился первый листок. Отросток делает сильный выброс в пространство, останавливается, выпускает листок, но уже короче первого, снова делает выброс в пространство, но уже меньшей силы, выпускает листок еще меньшего размера и снова выброс.

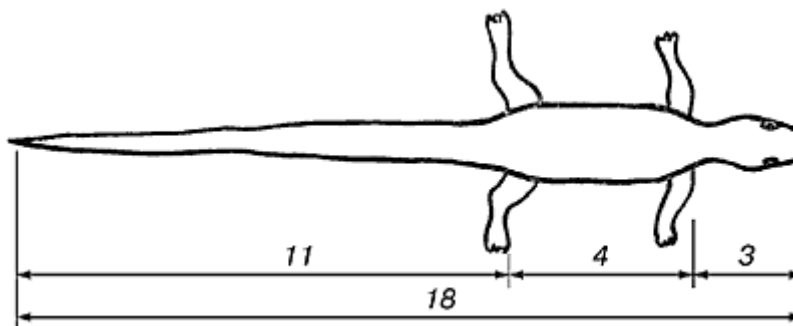


Если первый выброс принять за 100 единиц, то второй равен 62 единицам, третий – 38, четвертый – 24 и т. д. Длина лепестков тоже подчинена золотой пропорции. В росте, завоевании пространства растение сохраняло определенные пропорции. Импульсы его роста постепенно уменьшались в пропорции золотого сечения.

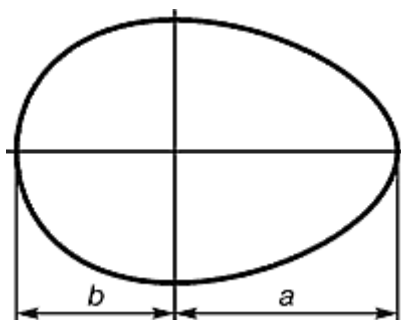
У многих бабочек соотношение размеров грудной и брюшной части тела отвечает золотой пропорции. Сложив крылья, ночная бабочка образует правильный равносторонний треугольник. Но стоит развести крылья, и вы увидите тот же принцип членения тела на 2, 3, 5, 8. Стрекоза также создана по законам золотой пропорции: отношение длин хвоста и корпуса равно отношению общей длины к длине хвоста.



В ящерице длина ее хвоста так относится к длине остального тела, как 62 к 38.



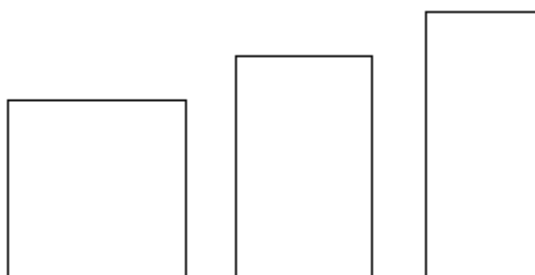
Можно заметить золотые пропорции, если внимательно посмотреть на яйцо птицы.



Золотое сечение и восприятие изображений

О способности зрительного анализатора человека выделять объекты, построенные по алгоритму золотого сечения, как красивые, привлекательные и гармоничные, известно давно. Золотое сечение дает ощущение наиболее совершенного единого целого. Формат многих книг соответствует золотому сечению. Оно выбирается для окон, живописных полотен и конвертов, марок, визиток. Человек может ничего не знать о числе Φ , но в строении предметов, а также в последовательности событий он подсознательно находит элементы золотой пропорции.

Проводились исследования, в которых испытуемым предлагалось выбирать и копировать прямоугольники различных пропорций. На выбор предлагалось три прямоугольника: квадрат (40:40 мм), прямоугольник «золотого сечения» с отношением сторон 1:1,62 (31:50 мм) и прямоугольник с удлинёнными пропорциями 1:2,31 (26:60 мм).



При выборе прямоугольников в обычном состоянии в 1/2 случаев предпочтение отдается квадрату. Правое полушарие предпочитает золотое сечение и отвергает вытянутый прямоугольник. Наоборот, левое полушарие тяготеет к удлинённым пропорциям и отвергает золотое сечение.

При копировании этих прямоугольников наблюдалось следующее. Когда активно правое полушарие, пропорции в копиях выдерживались наиболее точно. При активности левого полушария пропорции всех пря-

моугольников искажались, прямоугольники вытягивались (квадрат срисовывался как прямоугольник с отношением сторон 1:1,2; пропорции вытянутого прямоугольника резко увеличивались и достигали 1:2,8). Наиболее сильно искажались пропорции «золотого» прямоугольника; его пропорции в копиях становились пропорциями прямоугольника 1:2,08.

При рисовании собственных рисунков преобладают пропорции, близкие к золотому сечению, и вытянутые. В среднем пропорции составляют 1:2, при этом правое полушарие отдает предпочтение пропорциям золотого сечения, левое полушарие отходит от пропорций золотого сечения и вытягивает рисунок.

А теперь нарисуйте несколько прямоугольников, измерьте их стороны и найдите соотношение сторон. Какое полушарие у Вас преобладает?

3.3. Модуль Ле Корбюзье

Ле Корбюзье (фр. *Le Corbusier*; настоящее имя Шарль Эдуар Жаннере-Гри) – французский архитектор швейцарского происхождения, пионер модернизма, представитель архитектуры интернационального стиля, художник и дизайнер.

Ле Корбюзье – один из наиболее значимых архитекторов двадцатого века. Достиг известности благодаря своим постройкам, всегда самобытно оригинальным, а также талантливому перу писателя-публициста. Здания по его проектам можно обнаружить в разных странах – в Швейцарии, Франции, США, Аргентине, Японии и даже в России. Характерные признаки архитектуры Ле Корбюзье – объемы-блоки, поднятые над землей; свободно стоящие колонны под ними; плоские используемые крыши-террасы («сады на крыше»); «прозрачные», просматриваемые насквозь фасады («свободный фасад»); шероховатые неотделанные поверхности бетона; свободные пространства этажей («свободный план»). Бывшие некогда принадлежностью его личной архитектурной программы, сейчас все эти приемы стали привычными чертами современного строительства.

Модуль – это измерительная шкала (система гармонических величин), созданная Ле Корбюзье в 1942–1948 годах, как инструмент пропорционального построения архитектурных форм (рис. 3.4).

Сам архитектор говорил о ней: «Создание системы “модуль”, призванной нормализовать и индустриализовать строительство не только во Франции, но и на всех континентах, поскольку в наше время промышленная продукция путешествует по миру. “Модуль” примеряет футы – дюймы с метрами; он позволяет переводить фут – дюйм в десятичные меры и опрокидывает преграду, которая разделяет людей, пользующихся этими двумя различными системами мер. Это система, имеющая целью ввести в архитектуру и механику размеры и габариты, согласован-

ные с человеческими масштабами, увязать с бесконечным разнообразием чисел те основные жизненные ценности, которые завоевывает человек, осваивая пространство.»

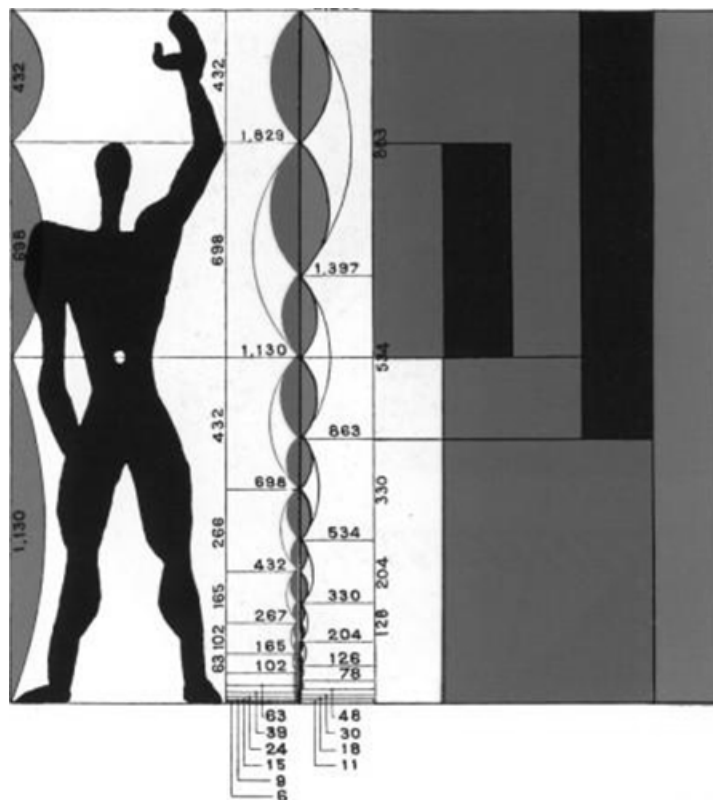


Рис. 3.4. Модульор Ле Корбюзье

Основу шкалы модульора составляют пропорции человеческого тела и математические вычисления. Они являются исходными размерами для строительства, позволяя размещать архитектурные элементы соразмерно человеческой фигуре. С одной стороны, по человеку с поднятой рукой определяются точки занятого пространства: нога – солнечное сплетение, солнечное сплетение – голова, голова – кончик пальцев поднятой руки – три интервала (триада), обуславливающие серию золотого сечения, называемую рядом Фибоначчи. С другой стороны, создается простой квадрат, его удвоение и два золотых сечения.

Объекты строительства представляют собой весьма различные вместилща человека или продолжение его жестов (например, машина, мебель, книга). Модульор помогает выбрать наиболее оптимальные размеры объекта и его составляющих, соответствующие росту и пропорциям человека. Модульор построен на базе самого высокого человека ростом 6 футов (182,88 см), так как объекты нового строительства, измеряемые с помощью модульора, предназначены для людей различного роста.

Компоненты модулора включают: линейку длиной 226 см (89 дюймов), измерительную таблицу с двумя сериями (красной и голубой) для расчета строений высотой до 400 м и руководство по его применению.

Описание модулора:

1) Шкала из трех интервалов: 113, 70, 43 (см), которые согласуются с ϕ (золотое сечение) и рядом Фибоначчи: $43 + 70 = 113$, или $113 - 70 = 43$. В сумме они дают $113 + 70 = 183$; $113 + 70 + 43 = 226$. Благодаря равенству большего элемента триады сумме двух других – и в этом ее смысл – она восстанавливает дуализм (двойственность значения) и симметричное деление, которому она противоречила.

2) Три точки фигуры человека (113 – солнечное сплетение, 183 – вершина головы (отношение ϕ , 113), 226 – конец пальцев поднятой руки) плюс четвертая точка – точка опоры опущенной руки, равная 86 см (отношение 140–86) определяют занимаемое им пространство.

Модулор образует двойную серию чисел – красную и голубую. Элементы триады – солнечное сплетение, голова, конец пальцев поднятой руки. Элементы дуализма – солнечное сплетение, конец пальцев поднятой руки, то есть в обоих случаях неограниченная возможность измерений: по принципу триады в красной серии модулора и дуализма – в голубой. Размер 113 определяет золотое сечение 70, показывая начало первой, красной серии. Размер 226 (113×2 – удвоение) определяет золотое сечение 140–86, показывая начало голубой серии.

Усовершенствовав в 1950 году свой модулор, Ле Корбюзье использовал его при проектировании своих зданий, выстраивая их с учетом пропорций человеческого тела.

3.4. Антропометрические основы проектирования

Одно из главных понятий – **анатомия человека**. Как мы уже говорили, **дизайн** – это художественная адаптация предметов окружающей среды к человеку, чтобы ему (человеку) было удобно и приятно ими пользоваться.

Например, вы проектируете стул. Как высоко от сидения изогнуть спинку, чтобы на нее было удобно опереться спиной. Для этого существует линия Акерблома (230 мм) – среднестатистическая величина того, где позвоночник человека имеет в сагитальной плоскости в поясничном отделе изгиб вовнутрь. Значит, на расстоянии 230 мм от сидения надо предусмотреть опору позвоночнику. Конечно, индивидуальная антропометрия у каждого человека своя. Но дизайн прежде всего – массовое производство, где не учитываются значения ниже 5 и выше 95 перцентили. А свои индивидуальные особенности могут позволить себе учитывать только очень богатые люди, заказывая для себя концептуальные вещи. Немало-

важно также и соответствие материала форме. Конкретный, правильно выбранный материал дает почувствовать тектонику формы. Лаконичность формы ведет к цельности и положительному ее восприятию.

Изучением размеров человеческого тела и его частей занимается **антропометрия**.

Разработанный в 19 веке Адольфом Кетле способ измерения частей тела с целью идентификации преступников. Антропометрия применялась вплоть до изобретения дактилоскопии.

Антропометрия (от греч. *Ανθρωπος* – человек и *μετρέω* – мерить) – один из основных методов антропологического исследования, который заключается в измерении тела человека и его частей с целью установления возрастных, половых, расовых и других особенностей физического строения, позволяющий дать количественную характеристику их изменчивости.

В зависимости от объекта исследования различают *соматометрию* (измерение живого человека), *краниометрию* (измерение черепа), *остеометрию* (измерение костей скелета). К антропометрии относят также *антропоскопию* – качественную (описательную) характеристику форм частей тела, формы головы, черт лица, пигментации кожи, волос, радужной оболочки глаз и т. п.

Потребность в антропометрических исследованиях обуславливается большой изменчивостью размеров тела человека. Пределы колебания размеров людей одной группы, как правило, заходят за пределы колебаний размеров людей другой группы. Это трансгрессивная изменчивость, которая обуславливает необходимость количественных определений. Результаты антропометрических измерений сравниваются по специально разработанным правилам, которые основываются на принципах вариационной статистики.

Антропометрические методы имеют большое значение в прикладной антропологии, а в последние годы стали играть важную роль в антропометрической (ортопедической) косметологии; до широкого внедрения идентификации по отпечаткам пальцев антропометрия использовалась в криминалистике для идентификации людей (так называемый «Бетрильонаж»).

Существуют различные исследования изменения антропометрических показателей. (Институт возрастной физиологии РАО, Москва) В различные эпохи существования *Homo sapiens* периоды увеличения и уменьшения размеров тела циклически сменяли друг друга. Колебания антропометрических показателей на протяжении XVIII–XX столетий фиксировались и у населения России. В XX веке большую часть населения СССР охватили акселерационные изменения, но уже в начале

1980-х годов в большинстве групп городского населения на территории Российской Федерации процесс акселерации стал затухать. К началу 1990-х прирост длины и массы тела, как и обхвата грудной клетки, практически прекратился, а затем сменился снижением показателей. Подобные процессы наблюдаются и в странах Европы и Америки.

Однако акселерационные изменения проявляются по-разному в группах, различающихся по этнической принадлежности, экологическим характеристикам среды обитания, экономическому статусу, степени урбанизированности. Несмотря на интерес, который процесс акселерации вызывал и вызывает у отечественных исследователей, многие аспекты проблемы остаются недостаточно ясными.

3.5. Антропометрия. Наука о размерах тела

Каждый человек из личного опыта знает, что все люди различаются ростом, комплекцией, осанкой, **размерами** частей тела. Каждый человек неповторим, найти двух абсолютно одинаковых людей невозможно. Поэтому конструктор, занимающийся проектированием автомобиля или трактора, стоит перед весьма непростой задачей.

Казалось бы, можно просто выбрать достаточно большие размеры, определяющие положение водителя и пассажира в кузове, но тогда неизбежно увеличатся размеры пассажирского салона или кабины, масса машины, материалоемкость конструкции и цена машины. Человек небольшого роста в таком автомобиле или тракторе будет испытывать определенные неудобства: ему будет трудно доставать ногами и руками до органов управления, возникнут проблемы с обзорностью.

Конечно, можно пойти другим путем. Выбрать достаточно большое количество людей – потенциальных пользователей, – тщательно измерить элементы их тел, вычислить средние значения размеров, и на основании этих данных сконструировать рабочее место водителя и места пассажиров для «среднего» человека, но тогда люди, **размеры** которых отличаются от средних – а их большинство, – будут недовольны конструктором.

Конструктор должен сконструировать места для водителя и пассажиров таким образом, чтобы обеспечить наибольшие удобства для людей любого роста и пропорций тела, или хотя бы для большинства людей, а для этого необходимо, прежде всего, знать реальные величины, характеризующие параметры этих людей. От этого зависит надежность функционирования всей системы «человек – машина – окружающая среда», т. е. безопасность на улицах и дорогах.

Поскольку все люди различны, в антропометрии применяются статистические методы. Размеры тела человека и его отдельных частей определяются антропометрическими характеристиками (АХ).

Антропометрическая характеристика – это величина, измеряемая в линейных, угловых единицах или единицах по массе, соответствующая размерным характеристикам и характеристикам по массе частей человеческого тела и взаимному их расположению. Антропометрическими характеристиками являются, например, рост человека, окружность головы, длина голени, масса тела, углы вращения в суставах и т. д.

Антропометрические характеристики являются случайными величинами, подчиняющимися нормальному закону распределения.

График, изображающий нормальный закон распределения случайной величины, представлен на рис. 3.5. По оси абсцисс откладывается значение случайной величины (применительно к нашему случаю – числовое значение антропометрической характеристики), по оси ординат $f(x)$ – вероятность появления того или иного значения случайной величины (в процентах или долях единицы). Среднее, наиболее вероятное значение случайной величины – математическое ожидание M – соответствует максимуму кривой распределения, ее «горбу». Ширина кривой распределения, ее растянутость по горизонтали, показывает изменчивость, варьирование случайной величины, которая характеризуется среднеквадратическим отклонением σ относительно математического ожидания M . Площади, заключенные под участками кривой распределения, показывают, какое количество случайных величин попадает в эти зоны. В зону $\pm a$ относительно математического ожидания M попадает 68,26 % всех случайных величин, в зону $\pm 2\sigma$ – 95,45 %, а в зону $\pm 3\sigma$ – 99,73 %.

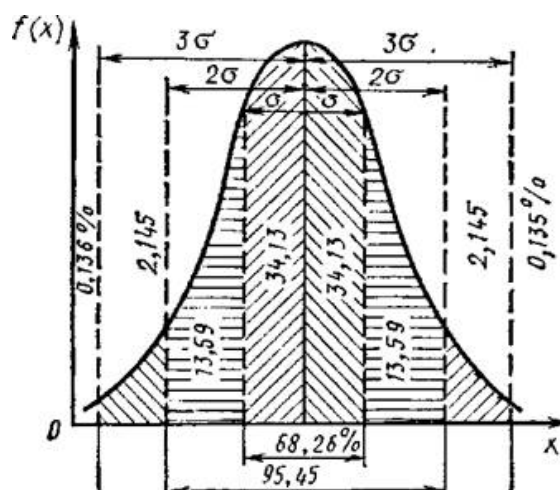


Рис. 3.5. График нормального закона распределения случайной величины

В антропометрии вероятность попадания какой-либо антропометрической характеристики в ту или иную зону кривой распределения принято оценивать в перцентилях.

3.6. Перцентиль

Перцентиль (процент) – значение антропометрического признака для сотой доли совокупности измеренных людей (т. е. это сотая доля объема всей совокупности людей, подвергавшихся антропометрическим исследованиям). Если кривую распределения всей совокупности измеренных людей разделить на 100 равных частей, то получим 99 площадей, в каждой из которых будет свое значение признака и частота ее встречаемости. Каждый перцентиль имеет свой номер, совпадающий с его порядком. Например, 1-й перцентиль в распределении отсекает наименьшие значения признака, составляющие 1 % от всех его значений; 5-й перцентиль длины тела у мужчин составляет 163,6 см, т. е. это означает, что 5 % измеренных людей имеют длину тела 163,6 см и ниже, а 95 % – выше.

Если площадь, находящуюся под кривой нормального распределения (см. рис. 3.5), разделить на 100 равных частей (процентов), то получится соответствующее число перцентилей. Каждый из них имеет порядковый номер. На долю первого перцентиля приходится 1 % всех результатов наблюдений (наименьшее значение антропометрической характеристики), на долю второго – 2 % результатов наблюдений (значение антропометрической характеристики несколько больше) и т. д. Пятидесятый перцентиль при нормальном законе распределения соответствует средней арифметической величине (математическому ожиданию, моде, медиане).

Порядок определения антропометрических характеристик поясним на примере (все числа и понятия в данном примере – условные).

Предположим, требуется определить антропометрическую характеристику «рост» для студентов какого-либо факультета института. Производим измерения роста всех студентов факультета, которых оказалось 620 человек.

В результате получается некоторый массив из 620 случайных чисел. Самый маленький рост (145 см) имеет только одна студентка, самый большой – 195 см – также только один студент. Начинаем строить график распределения случайной величины «рост» (рис. 3.6).

На оси абсцисс в каком-либо масштабе откладываем размер 145, и на этой отметке вверх откладываем ординату, соответствующую (также в вы-

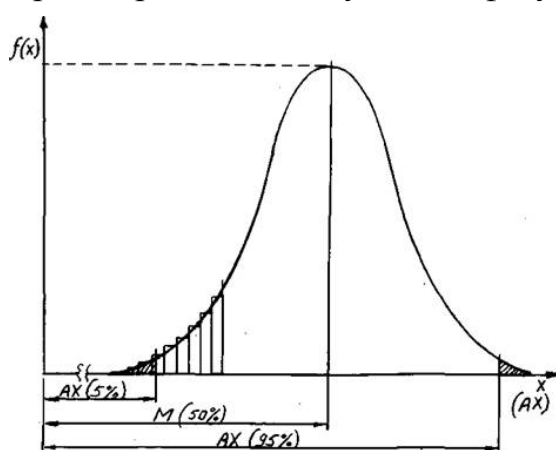


Рис. 3.6. Построение кривой распределения значений антропометрической характеристики

бранном масштабе) единице, поскольку получен только один размер 145 см. Затем, отступя вправо по оси абсцисс на величину, равную 1/100 от диапазона изменения измеренных значений роста (от 145 до 195 см), откладываем вверх ординату, соответствующую росту 146 см. Предположим, таких замеров получилось 3, и, соответственно, откладываем вверх ординату, соответствующую числу 3. Продолжая построения, получим столбчатую диаграмму, изображающую реальное распределение роста студентов в нашем эксперименте. Фрагмент этой диаграммы показан в левой части графика. Замечаем, что количество одинаковых значений роста (с выбранной нами точностью 1 см) вначале увеличивается, а затем, после роста 170 см, начинает убывать, и, наконец, отметив один случай роста 195 см, заметим, что следующего столбика уже нет. При очень большом (теоретически – бесконечно большом) числе измерений и очень малом (теоретически – бесконечно малом) интервале между значениями полученных случайных величин, «верхушками» столбиков образуется плавная непрерывная кривая, подобная изображенной на рис. 3.6. В реальности получить бесконечно большое число замеров нельзя, но существуют математические методы, позволяющие при ограниченном количестве измерений получить достоверную плавную кривую распределения. Она показана на рис. 3.6. Максимум кривой распределения в нашем случае приходится на рост 170 см, это «самый средний» из полученных нами замеров, иначе говоря, это рост, соответствующий математическому ожиданию. Половина (50 %) обследованных нами студентов имеет рост меньше такого или такой, и можно сказать, что рост 170 см соответствует пятидесятому перцентилю или 50%-му уровню репрезентативности.

Уровень репрезентативности – величина, выражаемая в процентах, соответствующая части населения при сплошном отборе индивидов, у которой численное значение какого-либо антропометрического признака меньше или равно его заданной величине.

Теперь на нашем графике (рис. 3.7) отметим величину, соответствующую 5 % всех обмеренных студентов. Рост, меньший или равный полученному (предположим, в нашем случае это 151 см), соответствует пятому перцентилю или 5%-му уровню репрезентативности. Он показан на графике. Таким же образом получим рост, соответствующий 95%-му уровню репрезентативности или девяносто пятому перцентилю. Предположим, в нашем случае это 189 см, что также показано на графике.

Итак, если мы говорим, «пятый перцентиль» или «5%-й уровень репрезентативности», это означает, что 5 % людей имеют антропометрические характеристики такие или меньшие. Это люди небольшого размера. Соответственно, человек 95-го перцентиля, или 95%-го уровня репрезентативности, имеет такой рост, что 95 % людей ниже него (или

имеют такой же рост). Это высокий человек. Таким же образом, ровно половина людей, прошедших антропометрические измерения, имеет рост меньший, чем соответствующий пятидесятому перцентилю (50%-му уровню репрезентативности) или равный ему.

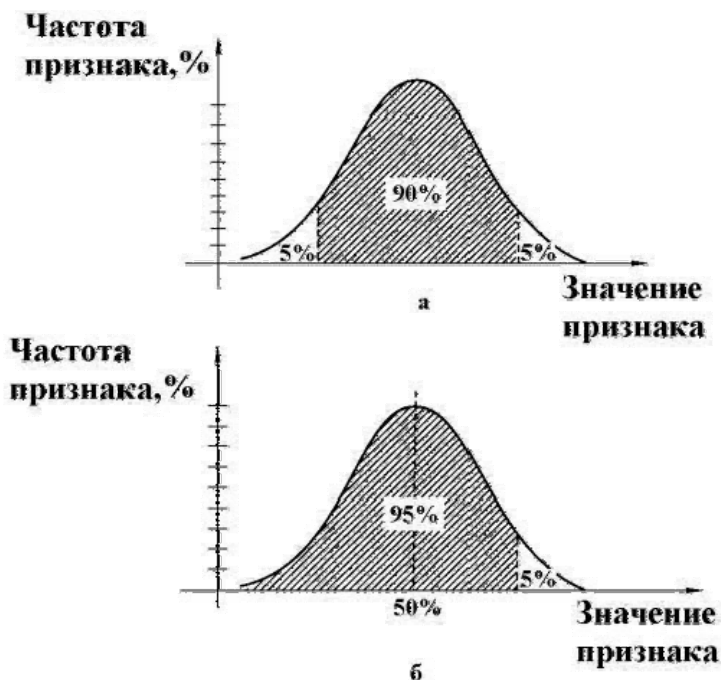


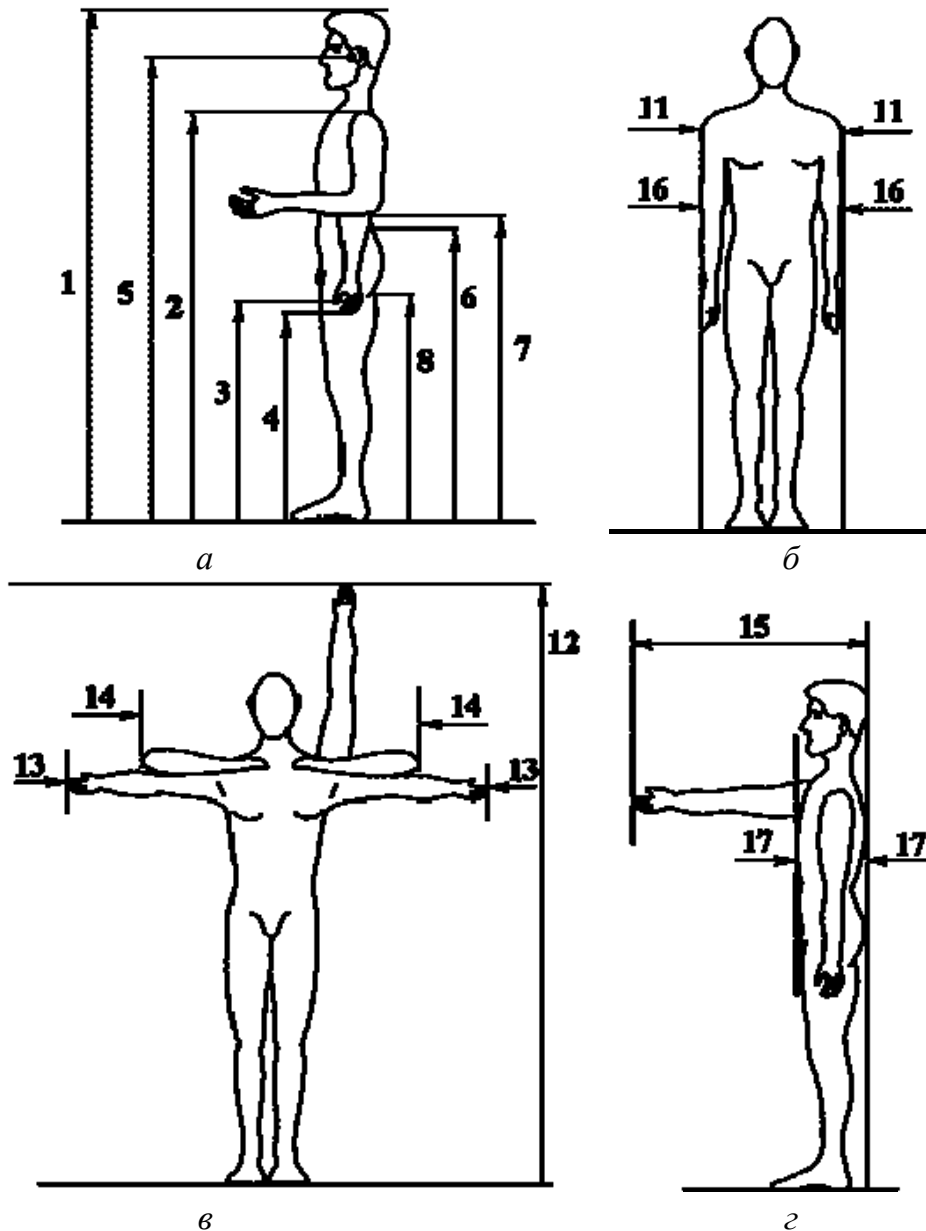
Рис. 3.7. Построение кривой распределения значений антропометрической характеристики

В идеальном случае размеры рабочего места водителя (оператора) должны быть такими, чтобы все взрослое население было в состоянии управлять данной машиной. Практически считается достаточным, чтобы около 90 % людей – потенциальных операторов – могло удобно располагаться на рабочем месте, оставшиеся 5 % самых малых или 5 % самых больших людей будут испытывать некоторые неудобства, обычно вполне допустимые. Поэтому в конструкторской практике при компоновке рабочего места водителя автомобиля или трактора чаще всего используют размеры тела человека, соответствующие пятому (или десятому) и девяносто пятому перцентилю (5%-му и 95%-му уровням репрезентативности). Некоторые размеры кабины проверяются применительно к пятидесятому перцентилю (50%-му уровню репрезентативности).

Схема распределения людей по характеристикам роста показывает процент неучитываемых при проектировании изделий людей, чей рост меньше 5 и превышает 95 перцентили. Это женщины, рост которых от 115 и больше 175 см и мужчины ростом больше 180 см, т. е. если у вас в легковой машине голова в потолок упирается или ноги не упираются – это работает правило антропометрической схемы для промышленных товаров.

3.7. Антропометрические данные

Антропометрические признаки – соматические характеристики человека, отражающие его внутривидовые вариации строения и закономерности развития (линейные, периметровые, угловые размеры тела, сила мышц, форма головы, грудной клетки и др.) и выраженные количественно (мм, град, кг, баллы и т. п.). Схема измерения антропометрических размеров тела в положении стоя представлена на рис. 3.8 и в положении сидя – рис. 3.9.



*Рис. 3.8. Эргономические размеры тела в положении стоя:
а – продольные размеры отдельных частей тела; б, в, г – габаритные размеры тела (соответственно – продольные, поперечные, передне-задние)*

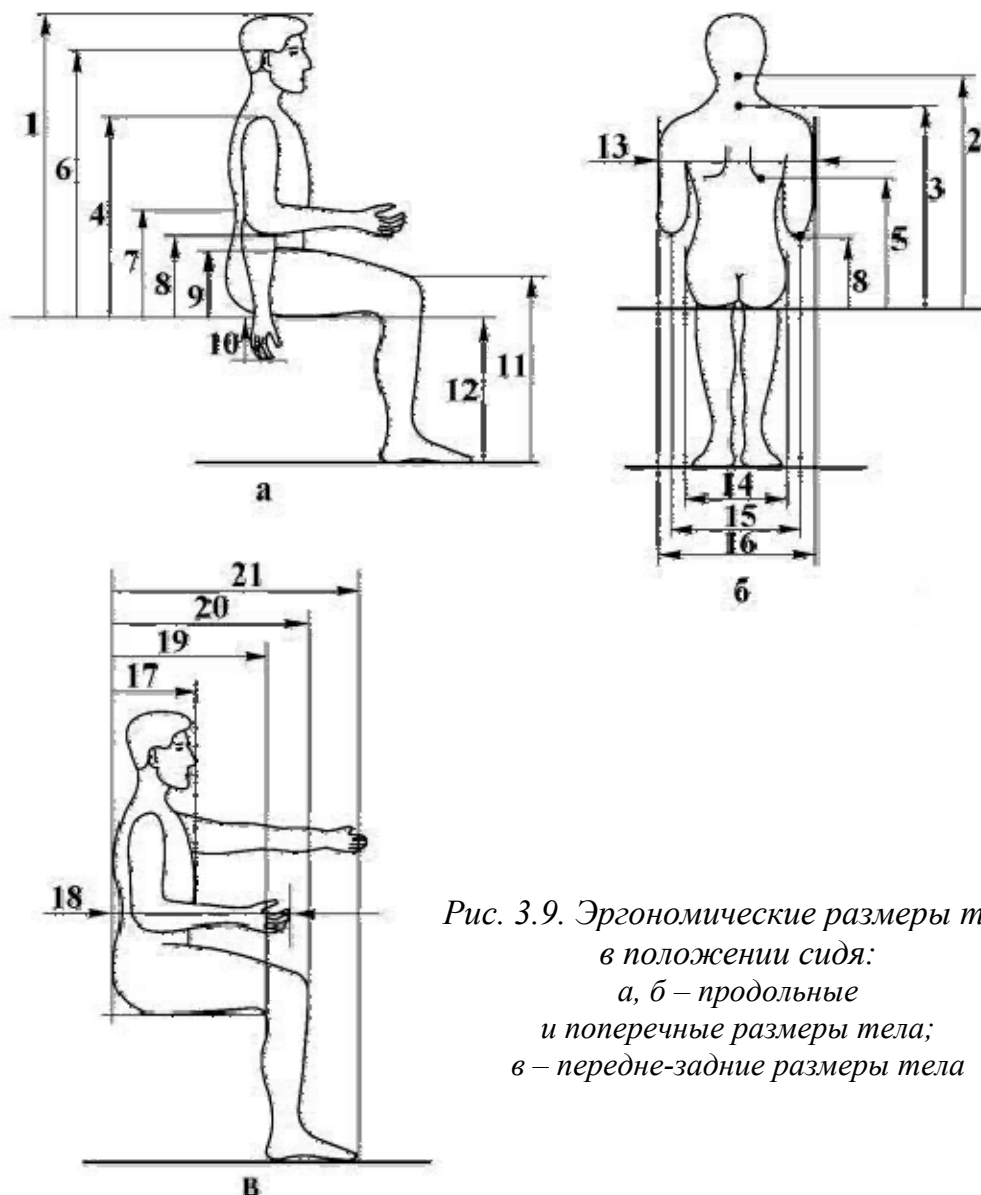


Рис. 3.9. Эргономические размеры тела в положении сидя:
 а, б – продольные и поперечные размеры тела;
 в – передне-задние размеры тела

В табл. 1 и 2 приведен перечень эргономических размеров тела и их статистические параметры, необходимые для расчетов линейных параметров элементов рабочих мест для работы в положении стоя и сидя.

Таблица 1
 Эргономические размеры (антропометрические признаки).
 Положение стоя

| № п/п | Размер тела | Пол | X | S | P ₅ | P ₉₅ |
|--------------------------|--------------------------|-----|--------|------|----------------|-----------------|
| Высота над полом: | | | | | | |
| 1 | верхушечной точки (рост) | М | 175,69 | 5,62 | 166,44 | 184,94 |
| | | Ж | 163,69 | 5,74 | 154,24 | 173,13 |
| 2 | плечевой точки | М | 146,34 | 5,52 | 137,25 | 155,42 |
| | | Ж | 135,99 | 5,48 | 126,97 | 145,00 |

Окончание табл. 1

| № п/п | Размер тела | Пол | X | S | P ₅ | P ₉₅ |
|-------|--|-----|--------|------|----------------|-----------------|
| 3 | фаланговой точки | М | 77,30 | 3,85 | 70,96 | 83,64 |
| | | Ж | 73,12 | 3,35 | 67,60 | 78,63 |
| 4 | пальцевой III точки | М | 66,81 | 3,68 | 50,75 | 72,87 |
| | | Ж | 63,47 | 3,20 | 58,21 | 68,73 |
| 5 | глаз | М | 163,74 | 5,33 | 154,65 | 172,84 |
| | | Ж | 152,55 | 5,65 | 143,25 | 161,84 |
| 6 | линии талии | М | 107,89 | 4,60 | 100,33 | 115,46 |
| | | Ж | 101,97 | 4,19 | 95,08 | 108,86 |
| 7 | локтя | М | 108,32 | 4,82 | 100,41 | 116,23 |
| | | Ж | 101,04 | 4,21 | 94,12 | 107,97 |
| 8 | подъягодичной точки | М | 80,74 | 4,12 | 73,96 | 87,52 |
| | | Ж | 74,89 | 4,19 | 67,99 | 81,97 |
| 9 | Длина кисти | М | 18,79 | 0,87 | 17,36 | 20,22 |
| | | Ж | 16,84 | 0,80 | 15,55 | 18,15 |
| 10 | Длина стопы | М | 26,61 | 1,18 | 24,67 | 28,55 |
| | | Ж | 23,92 | 1,05 | 22,19 | 25,64 |
| 11 | Бидельтоидный диаметр | М | 45,76 | 2,25 | 41,63 | 49,23 |
| | | Ж | 41,16 | 2,11 | 37,70 | 44,63 |
| 12 | Вертикальная досягаемость рук | М | 221,91 | 8,28 | 208,29 | 235,53 |
| | | Ж | 204,71 | 7,92 | 191,68 | 217,75 |
| 13 | Размах рук | М | 178,17 | 6,75 | 167,07 | 189,27 |
| | | Ж | 163,95 | 7,51 | 151,60 | 176,30 |
| 14 | Размах рук, согнутых в локтях | М | 93,48 | 3,68 | 87,42 | 99,54 |
| | | Ж | 87,01 | 3,80 | 80,76 | 93,26 |
| 15 | Передняя досягаемость рук | М | 84,90 | 4,00 | 78,32 | 91,48 |
| | | Ж | 78,94 | 3,77 | 72,74 | 85,14 |
| 16 | Наибольший поперечный диаметр туловища | М | 51,16 | 3,10 | 46,11 | 56,48 |
| | | Ж | 46,84 | 3,12 | 41,70 | 51,97 |
| 17 | Наибольший передне-задний диаметр туловища | М | 24,54 | 2,03 | 20,68 | 31,16 |
| | | Ж | 24,23 | 2,04 | 20,86 | 27,59 |

Таблица 2

Эргономические размеры тела (антропометрические признаки).

Положение сидя

| № п/п | Размер тела | Пол | X | S | P ₅ | P ₉₅ |
|-----------------------------|-------------------|-----|-------|------|----------------|-----------------|
| Высота над сиденьем: | | | | | | |
| 1 | верхушечной точки | М | 91,18 | 3,18 | 85,76 | 95,20 |
| | | Ж | 85,86 | 3,18 | 80,63 | 90,08 |
| 2 | затылочной точки | М | 79,98 | 3,25 | 74,63 | 85,32 |
| | | Ж | 74,69 | 3,29 | 69,28 | 80,10 |

Окончание табл. 2

| № п/п | Размер тела | Пол | X | S | P ₅ | P ₉₅ |
|-------|---|-----|-------|------|----------------|-----------------|
| 3 | шейной точки | М | 65,12 | 3,11 | 60,00 | 70,24 |
| | | Ж | 61,96 | 2,87 | 57,24 | 66,68 |
| 4 | плечевой точки | М | 62,02 | 2,90 | 56,36 | 66,19 |
| | | Ж | 57,80 | 2,70 | 53,27 | 62,33 |
| 5 | подлопаточной точки | М | 44,84 | 2,80 | 40,23 | 49,45 |
| | | Ж | 42,43 | 2,83 | 37,78 | 47,09 |
| 6 | глаз | М | 79,04 | 3,26 | 73,69 | 84,40 |
| | | Ж | 74,17 | 2,93 | 69,36 | 78,99 |
| 7 | талии | М | 26,26 | 2,16 | 22,72 | 29,80 |
| | | Ж | 24,59 | 2,03 | 21,25 | 27,93 |
| 8 | локтя | М | 24,29 | 2,52 | 20,15 | 28,43 |
| | | Ж | 23,56 | 2,41 | 19,60 | 27,52 |
| 9 | бедра | М | 15,06 | 1,75 | 12,19 | 17,93 |
| | | Ж | 14,76 | 1,36 | 12,60 | 17,23 |
| 10 | Сиденье – III пальцевая фаланга опущенной вниз руки | М | 18,01 | 2,64 | 13,66 | 22,65 |
| | | Ж | 16,12 | 2,68 | 11,71 | 20,53 |
| 11 | Высота колена над полом | М | 56,19 | 2,52 | 52,04 | 60,33 |
| | | Ж | 52,71 | 2,43 | 48,71 | 56,72 |
| 12 | Высота подколенного угла над полом | М | 46,79 | 2,40 | 42,85 | 50,79 |
| | | Ж | 42,34 | 2,30 | 38,56 | 46,12 |
| 13 | Бидельтоидный диаметр | М | 45,76 | 2,25 | 41,63 | 49,23 |
| | | Ж | 41,16 | 2,11 | 37,70 | 44,63 |
| 14 | Наибольшая ширина таза | М | 36,15 | 2,33 | 32,31 | 39,98 |
| | | Ж | 37,24 | 2,32 | 33,42 | 41,06 |
| 15 | Межлоктевой диаметр | М | 37,90 | 3,36 | 32,38 | 42,42 |
| | | Ж | 35,05 | 3,16 | 29,85 | 40,26 |
| 16 | Наибольший межлоктевой диаметр | М | 46,80 | 3,49 | 41,06 | 52,54 |
| | | Ж | 42,49 | 3,05 | 37,48 | 47,51 |
| 17 | Спинка сиденья – передняя поверхность туловища | М | 22,67 | 1,99 | 19,39 | 25,95 |
| | | Ж | 23,49 | 1,99 | 23,43 | 27,45 |
| 18 | Спинка сиденья – III пальцевая точка | М | 37,49 | 2,04 | 34,14 | 40,84 |
| | | Ж | 34,20 | 1,97 | 30,96 | 37,43 |

Цифровые значения антропометрических данных можно представлять в виде таблиц, соматограмм (**соматография** – технико-антропометрический анализ положения тела и изменения рабочей позы человека, соотношения размеров человека и машины. Результаты этого анализа обычно представляются в графической форме. Соматография позволяет рассчитывать зоны легкой и оптимальной досягаемости, находить оптимальные способы организации рабочего места с учетом

пропорциональных отношений между элементами оборудования и человеком), номограмм.

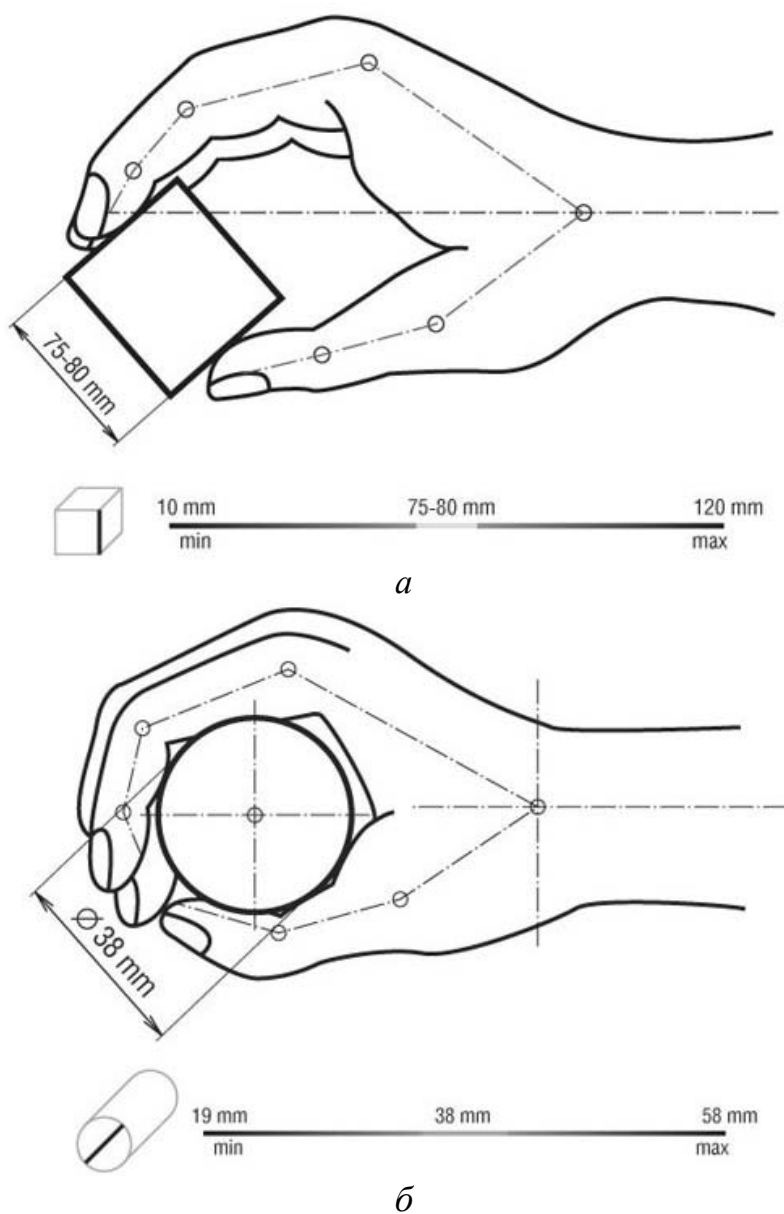


Рис. 3.10. Антропометрические параметры кисти:
а – призматический предмет; б – цилиндрический предмет

Номогра́мма (греч. νόμος – закон) – графическое представление функции от нескольких переменных, позволяющее с помощью простых геометрических операций (например, прикладывания линейки) исследовать функциональные зависимости без вычислений. Например, решать квадратное уравнение без применения формул, манекенов (плоских и объемных) и др. Наиболее распространенный способ представления – табличный. В таблицах, как правило, представляются

следующие статистические параметры: средняя арифметическая величина признака, среднее квадратическое отклонение (сигма), значения признака, соответствующие перцентилям – 1-5-, 95-, 99-му, коэффициент вариации.

Определение границ интервалов, в которых учитывается необходимый объем выборки, связано с ориентацией в пространстве параметров оборудования и функциональным назначением этих параметров.

Неизменяемые высотные размеры оборудования при работе на нем только мужчин или только женщин должны рассчитываться исходя из значения антропометрического признака, соответствующего 95-му перцентилю каждой половой группы, при работе мужчин и женщин – 95-му перцентилю мужской группы.

Рациональная рабочая поза людей более низкого роста должна обеспечиваться путем регулирования изменяемых параметров рабочего места (рабочее сиденье, подставка для ног).

Размеры оборудования с ограничением их минимального значения (не должны быть меньше), такие как проходы, подходы, люки, безопасные промежутки и т. п., которые обеспечивают прохождение тела или его частей, должны соответствовать значению антропометрического признака соответствующему 95-му перцентилю соответствующей группы населения.

Нижние и верхние границы измеряемых параметров оборудования при работе на нем только мужчин или только женщин должны рассчитываться, исходя из значений антропометрических признаков, соответствующих 5-му и 95-му перцентилю каждой половой группы. При работе на оборудовании мужчин и женщин – нижняя граница должна соответствовать: 5-му перцентилю женской группы, верхняя – 95-му перцентилю мужской группы.

Среди антропометрических признаков различают классические и эргономические размеры, среди эргономических – статические и динамические.

Эргономическими называются размеры тела, которые могут служить основой для определения размеров различных объектов конструирования. Эти размеры по своей ориентации в пространстве наиболее соответствуют ориентации параметров проектируемого оборудования, они измеряются в разных положениях и позах, условно имитирующих рабочие позы и положения.

Большинство эргономических размеров по своей структуре составные, части этих размеров биологически неравнозначны, относятся к разным анатомическим системам (кость, мышцы). Особенно это касается габаритных размеров и размеров, взятых в положении сидя.

Эргономические антропометрические признаки по биологическим законам изменчивости не выделяются в особую группу, отличную от классических. От последних они отличаются в основном по ориентации в пространстве.

Эргономические размеры тела по методам измерений и практическому значению делятся на две группы: **статические** и **динамические**.

3.8. Статические антропометрические признаки

Статические антропометрические признаки – это размеры тела, измеренные однократно в статическом положении испытуемого, сохраняющего при измерении одну и ту же позу и положение. Условность и постоянство позы обеспечивают идентичность измерений. Статические антропометрические признаки делятся на размеры отдельных частей тела и габаритные размеры. Их можно рекомендовать для установления размеров рабочего места или изделия (высота, ширина, глубина и др.), уточнения этих размеров, определения диапазона регулировки регулируемых параметров, разработки условий эргономических экспериментов, проведения экспертных работ.

Габаритные размеры – это наибольшие размеры тела в разных его положениях и позах, ориентированные в разных плоскостях (размах рук, наибольший поперечный диаметр тела, горизонтальная и вертикальная досягаемость рук и т. п.). Они измеряются по наиболее удаленным друг от друга точкам тела. Габаритные размеры используются для расчетов параметров пространства, занимаемого телом человека в разных положениях и позах, проходов, проемов, лестниц, люков, лазов, безопасных расстояний и т. п., а также для расчетов максимальных и минимальных границ досягаемости рук и ног.

Среди **размеров отдельных частей тела** различают размеры конечностей и корпуса, размеры кисти, стопы и головы. Они необходимы для расчетов габаритных и свободных параметров элементов рабочего места.

И габаритные размеры, и размеры отдельных частей тела делятся на продольные, поперечные и передне-задние, а также на проекционные и прямые.

3.9. Динамические антропометрические признаки

К **динамическим антропометрическим** данным относятся размеры тела человека, изменяющие свою величину при угловых и линейных перемещениях измеряемой части тела в пространстве. Изменения могут быть выражены непосредственно в виде каждого нового измерения одного и того же размера в абсолютных величинах, например изменения длины руки при ее движении в сторону, вперед, вверх. Такие размеры

дают представление о максимальных и минимальных границах досягаемости в моторном пространстве. Кроме того, они могут выражаться в виде приростов (эффект движения тела), а именно: максимального увеличения или уменьшения одного и того же размера при перемещении части тела или всего тела в пространстве: a – передняя досягаемость руки; траектории (А, В, С) перемещения фаланговой точки в горизонтальных плоскостях, расположенных на различной высоте от сиденья. База отсчета – точка по середине прямой, соединяющей правую и левую плечевые точки; b – углы сгибания и разгибания кисти в лучезапястном суставе. Пальцы охватывают рукоятку рычага (рис. 3.11).

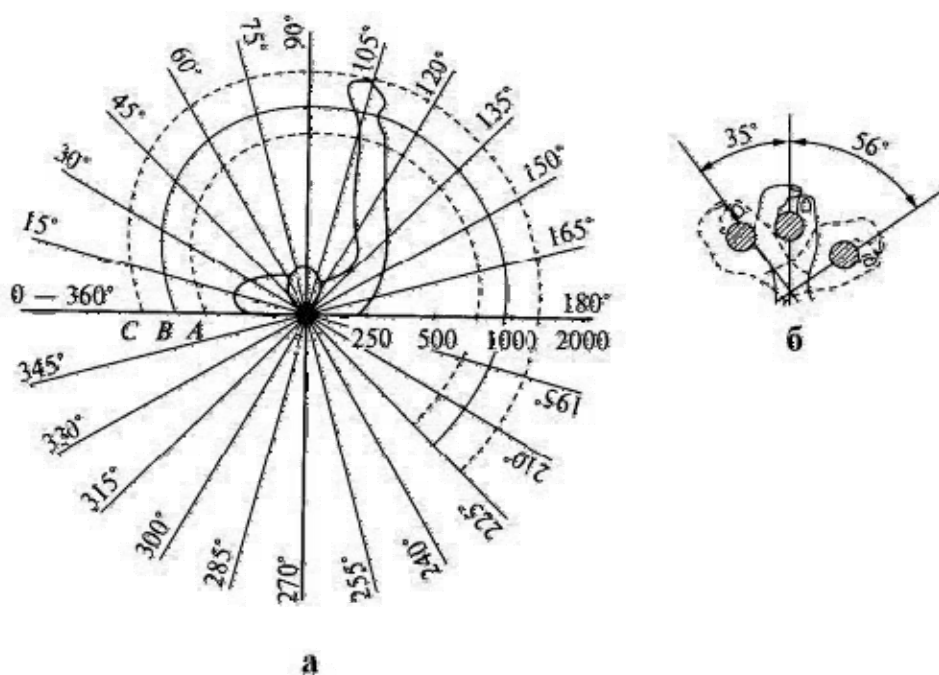


Рис. 3.11. Динамические размеры тела

Например, на 2...3 см увеличиваются наибольшая ширина таза, наибольший передне-задний диаметр тела, передняя досягаемость руки при переходе из положения стоя в положение сидя, при переходе из положения стоя в положение лежа длина тела увеличивается также на 2...3 см и т. п.

Некоторые динамические антропометрические характеристики, связанные с углами вращения в суставах (амплитуды рабочих движений), показаны на рисунке.

Изучение динамических антропометрических признаков необходимо для решения нескольких эргономических задач:

- для определения параметров моторного пространства, его границ и функциональной структуры, что желательно сочетать с физиологическими и психологическими исследованиями деятельности;

- определения размаха движений приводных элементов органов управления, особенно рычагов и педалей;
- уточнения границ зон обзорности.

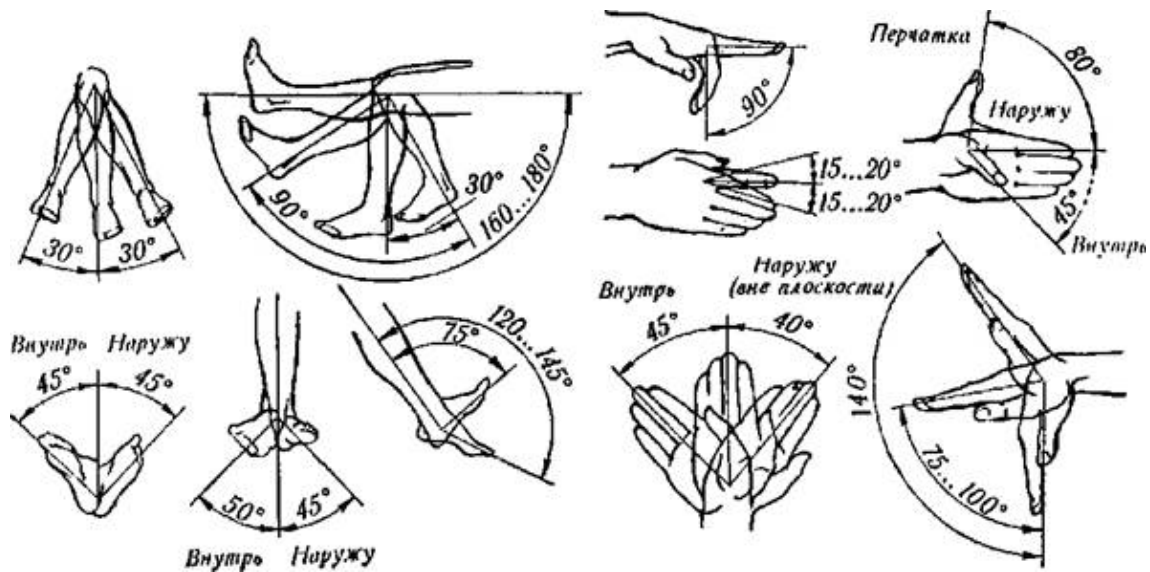


Рис. 3.12. Амплитуды движений некоторых частей тела

3.10. Временные характеристики

Помимо кинематических характеристик движений человека, большое значение имеют временные характеристики, т. е. время, которое проходит от получения человеком-оператором сигнала (скажем, отклонение стрелки какого-либо прибора на панели) до приведения в действие соответствующего органа управления. Определить это время можно, например, при следующих испытаниях.

Испытуемый человек должен с возможной максимальной скоростью выполнить то или иное рабочее движение (нажать кнопку, передвинуть рычаг, повернуть штурвал и т. п.) в ответ на известный ему, но внезапно появляющийся сигнал (вспышка сигнальной лампы, резкий звук). Время реакции складывается из латентного периода и времени моторного (двигательного) ответа.

Латентный период (скрытый период) – время от момента возникновения какого-либо раздражителя на организм до появления ответной реакции.

Полное время реакции – период между моментом возникновения сигнала (смена сигналов светофора, начало звукового сигнала) и окончанием управляющего действия по этому сигналу (нажатие педали, переключение тумблера, поворот рукоятки) – определяется суммой трех составляющих:

- латентный период реакции,
- время движения руки или ноги к органу управления,
- время преодоления свободного хода органа управления.

Таблица 3

Значения латентного периода для простой двигательной реакции

| Раздражитель | Латентный период, мс |
|-------------------------------------|----------------------|
| Тактильный (прикосновение) | 90...220 |
| Слуховой (звук) | 120...180 |
| Зрительный (вспышка света) | 150...220 |
| Обонятельный (запах) | 310...390 |
| Температурный (тепло, холод) | 280...1600 |
| Вкусовой (соленое, горькое, кислое) | 310...1080 |
| Болевой (укол) | 130...890 |

Двигательная составляющая времени реакции зависит от того, какие именно движения должны совершаться для управляющего воздействия. Можно считать, что перемещение руки к органу управления производится со скоростью 0,35 м/с, сгибание или разгибание руки – 0,7...1,7 м/с. Время простого движения ногой или ступней – 0,36 с, а со значительным усилием – в два раза больше.

Время на преодоление свободного хода органа управления оценивается для каждого конкретного случая, но конструктор в большинстве случаев старается свести его к минимуму.

Более быстрые движения совершаются: к телу, в вертикальной плоскости, сверху вниз, справа налево, вращательные, с большой амплитудой. *Менее быстрые движения*: от тела, в горизонтальной плоскости или под углом к ней, снизу вверх, слева направо, поступательные, с небольшой амплитудой. Наименьшее время требуется для движения пальцами. Если принять его за единицу, то для *движения* кисти потребуется вдвое больше времени, на движение кисти и пальцев – втрое, руки в плечевом суставе – в четыре раза больше. Наклон корпуса и подъем его из этого положения потребует семнадцати единиц времени.

Конкретное время *движений*:

- движение пальцами – 0,17 с,
- движение ладонью – 0,33 с,
- нажатие на педаль – 0,72 с.

При повышении точности *движений* время увеличивается.

Приведенная информация относительно времени реакции человека относится к простейшему случаю. Практически время больше, потому что оператор (водитель) должен из множества поступающей информации выбрать нужную, которая требует управляющего воздействия, осмыслить эту информацию и принять решение, а уже затем произво-

дить те или иные движения. Время реакции увеличивается из-за информационного шума – избыточной и ненужной информации, раздражающих световых и звуковых сигналов, обилия приборов на приборной панели и т. д. На время реакции влияют также некомфортные условия на рабочем месте: вибрации, климатические факторы, неудобная рабочая поза, необходимость поворачивать голову для считывания показаний приборов, световые блики на стеклах приборов и многое другое.

3.11. Зоны видимости

Динамическими антропометрическими характеристиками являются также зоны видимости, причем эти зоны могут определяться при неизменном положении головы (обзорность обуславливается только движением глаз) или при поворотах и наклонах головы.

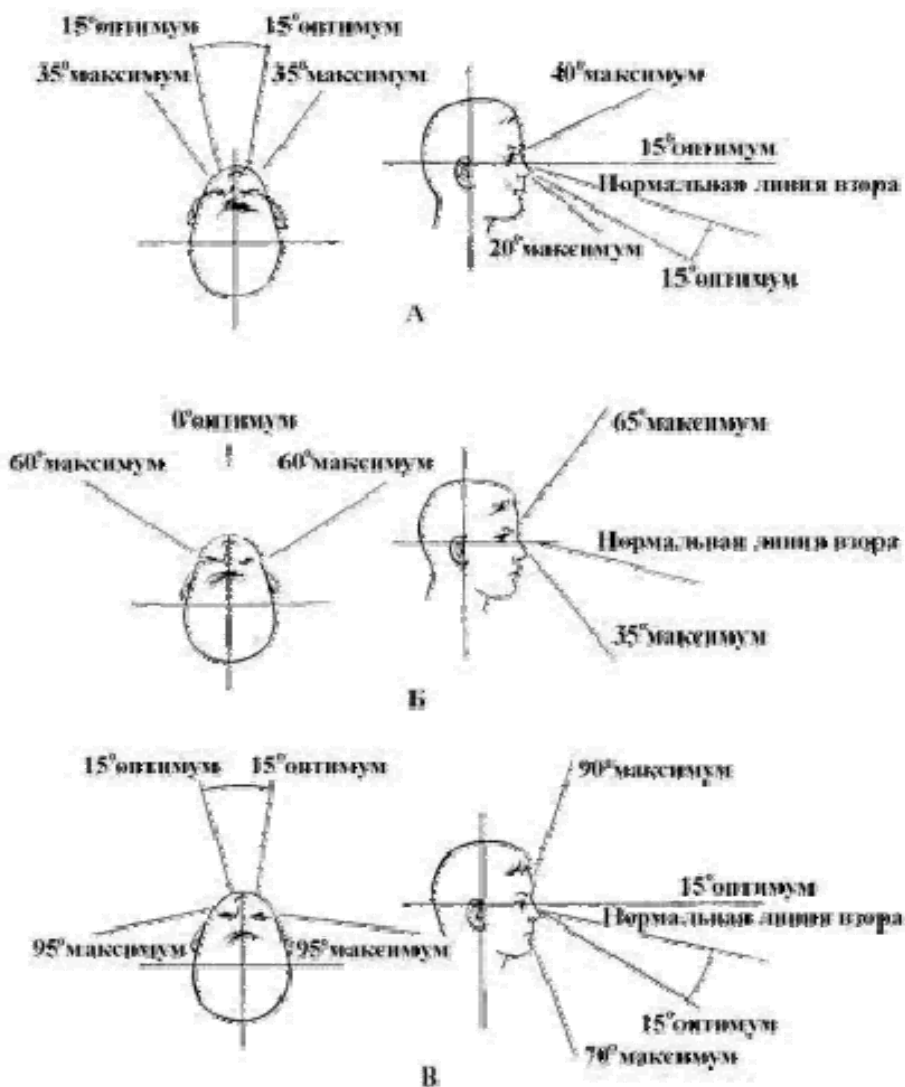


Рис. 3.13. Зоны видимости в вертикальной и горизонтальной плоскостях. При повороте: А – только глаз. Б – головы. В – головы и глаз

зрительной информации. Оптимальная (нормальная) линия взгляда соответствует минимальной активности мышц затылка и, следовательно, наименьшей утомляемости человека при данной рабочей позе.

3.12. Моторное пространство. Зоны досягаемости

Динамические антропометрические характеристики, в частности зоны досягаемости, часто определяются не только размерами частей тела человека, но и скоростью и точностью движений рук в этих зонах. Это правильно с точки зрения практики, а формальные «зоны досягаемости» следует понимать как зоны рационального расположения органов управления. Пример расположения таких зон для работы оператора в положении сидя представлен на рис. 3.15.

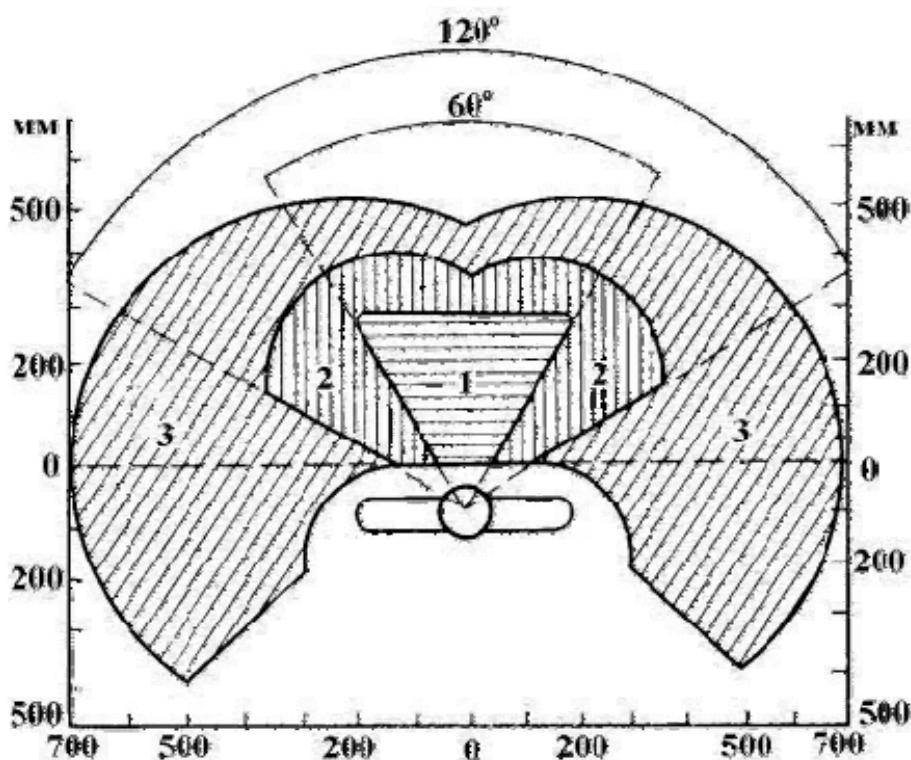


Рис. 3.15. Зоны досягаемости в горизонтальной плоскости

Как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях наиболее удобной, т. е. оптимальной, является зона 1 (рис. 3.15 и 3.16). В пределах этой зоны могут выполняться наиболее точные и очень частые движения и размещаться наиболее важные и очень часто используемые органы управления.

В зоне 2 – зоне легкой досягаемости (см. рис. 3.15 и 3.16) – могут выполняться достаточно точные и частые движения и размещаться важные и часто используемые органы управления.

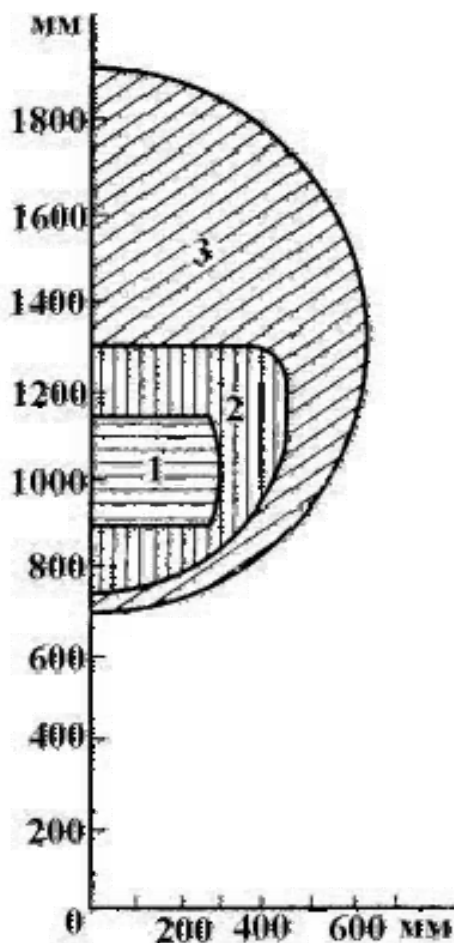


Рис. 3.16. Зоны досягаемости в вертикальной плоскости

В пределах зоны 3 – зоны досягаемости (см. рис. 3.15 и 3.16) – могут выполняться менее точные и редкие движения, так как вследствие увеличения амплитуды движения на их выполнение затрачивается больше времени и при высокой частоте такие движения становятся энергетически невыгодными. В зоне 3 могут размещаться менее важные и редко используемые органы управления.

Наиболее редкими должны быть движения рук сзади от нулевой линии (рис. 3.16), требующие поворота туловища.

3.13. Усилия

Для управления каким-либо объектом с помощью ручных и ножных органов управления необходимо правильно задать усилия, с которыми оператор должен воздействовать на эти элементы. При слишком больших усилиях возникает преждевременное утомление человека, при слишком малых усилиях возможны ложные срабатывания органа управления, в особенности при колебаниях и вибрациях, характерных для автомобиля и трактора.

Из рис. 3.17 можно получить представление о возможностях человека по усилиям, которые он может приложить к рычагам управления.

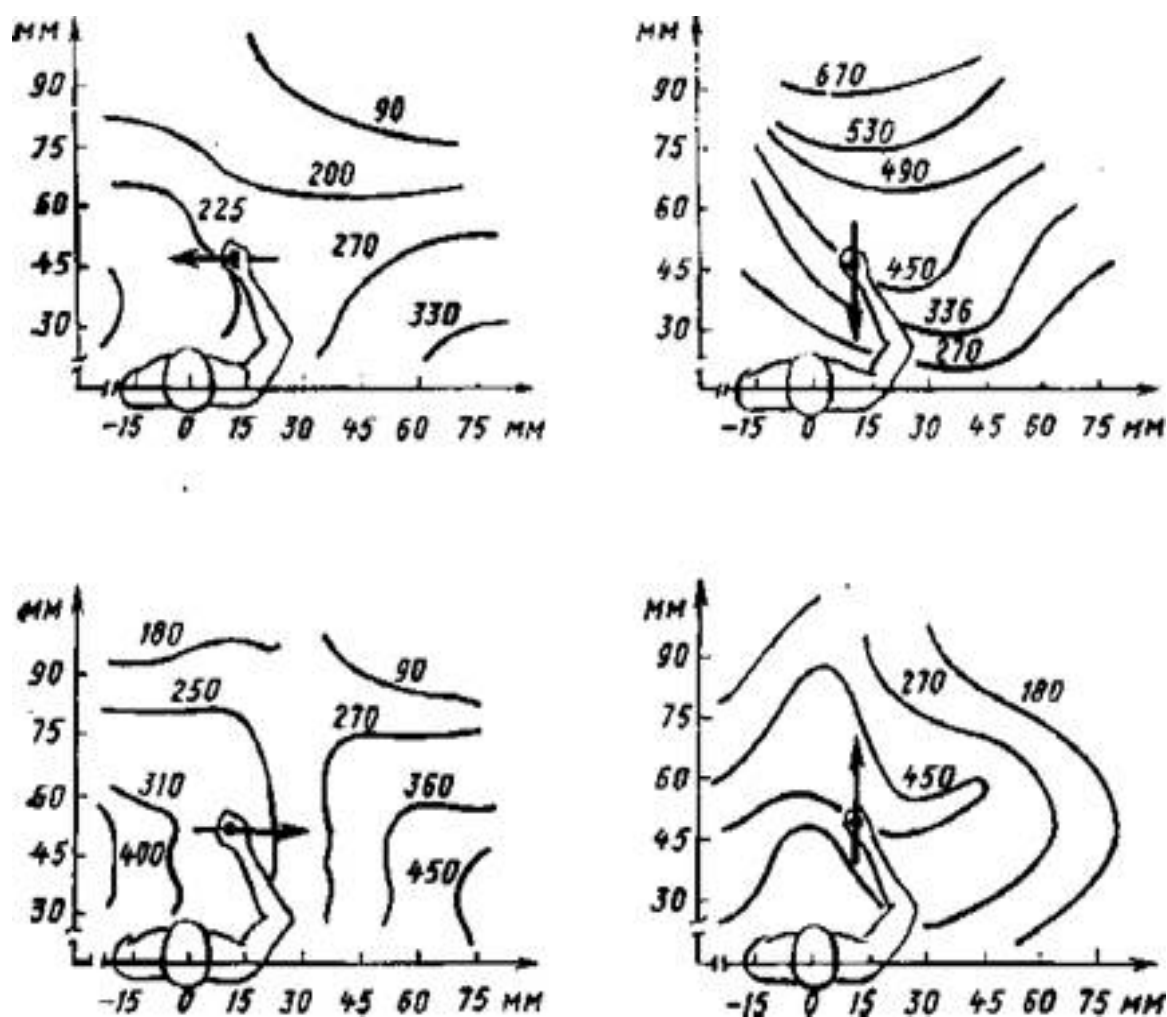


Рис. 3.17 Средние значения усилий (Н), развиваемых мужчинами на рычаге управления в направлениях, указанных стрелками, при работе сидя (кисть перемещает рычаг в горизонтальной плоскости, расположенной на 250 мм выше тазобедренного сустава)

Усилия, которые человек может создать ногой при воздействии на педаль, зависят от высоты расположения педали относительно сиденья и от степени распрямления ноги (рис. 3.18).

Таким образом, рис. 3.17 и 3.18 иллюстрируют потенциальные возможности человека по усилиям, развиваемым на органах управления, однако эти усилия не следует назначать при конструировании органов управления машиной. Эргономически обоснованные допустимые усилия, которые может прикладывать человек к рукояткам рычагов управления, приведены на рис. 3.18.

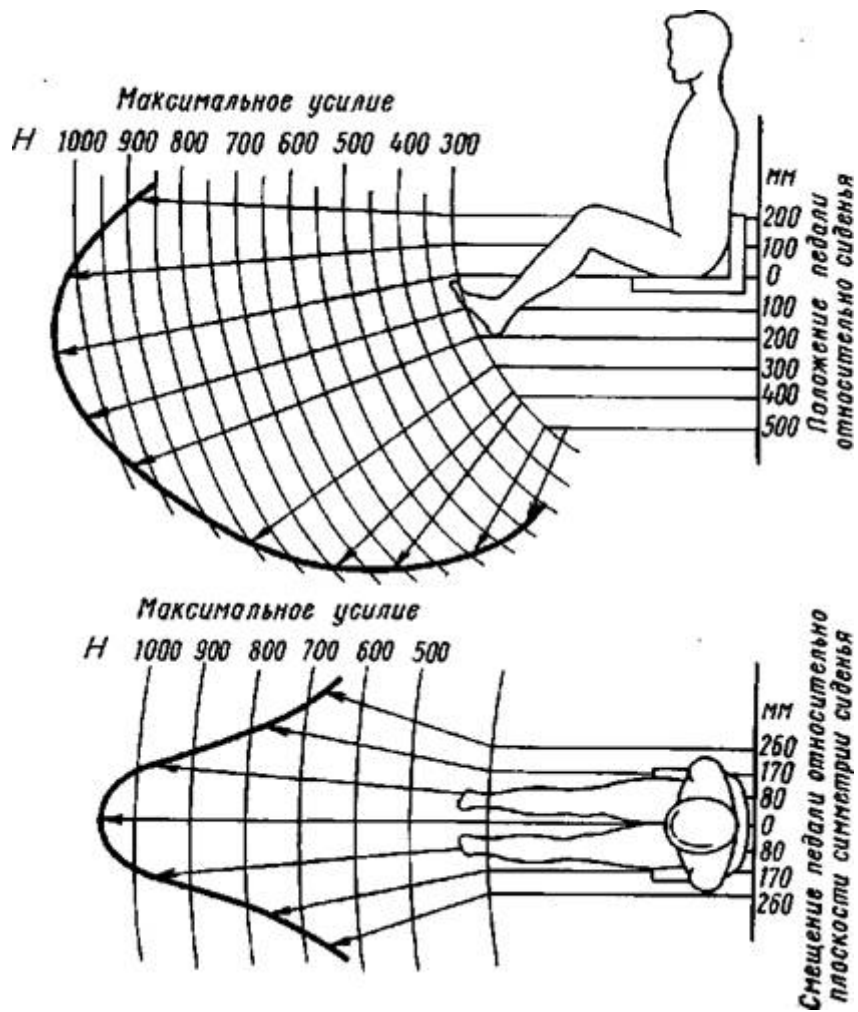


Рис. 3.18. Усилия, которые человек может создать ногой при воздействии на педаль

4. ПРАВИЛА УЧЕТА АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ РАСЧЕТЕ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ МЕСТ

4.1. Рабочее пространство, рабочее место и рабочая задача

Под *рабочим пространством* понимается некоторый объем, предназначенный в рабочей системе для трудовой деятельности одного человека или большего числа людей и позволяющий выполнить рабочую задачу.

Рабочим местом называется та часть рабочего пространства, где располагается производственное оборудование, с которым взаимодействует человек в рабочей среде.

Рабочая задача – это цель, которая должна быть достигнута в определенных условиях, и требуемые действия для выполнения задачи человеком или большим числом людей.

4.2. Рабочие положения и позы

Рабочее пространство и организация рабочего места, достигаемость и величина усилий на органы управления, а также характеристики обзорности обуславливаются прежде всего положением тела работающего. С точки зрения биомеханики положение тела зависит от ориентации его в пространстве и величины площади опоры. Наиболее распространены **рабочие положения** стоя и сидя, реже – лежа. Каждое положение характеризуется определенными условиями равновесия, степенью напряжения мышц, состоянием кровеносной и дыхательной систем, расположением внутренних органов и, следовательно, расходом энергии.

Поза – это взаиморасположение звеньев тела, независимое от его ориентации в пространстве и отношения к опоре.

Термин «рабочая поза» обозначает наиболее частое и предпочтительное взаиморасположение звеньев тела при выполнении трудовых операций. Рабочая поза динамична. Ее изменение связано с рабочими движениями, причем поза рассматривается как пространственная граница фазы движения (начальная, граничная, конечная).

4.3. Рабочая поверхность

Рабочая поверхность – это элемент оборудования, на котором работающий, используя необходимые средства, выполняет действия с предметом деятельности. Характеристики рабочей поверхности определяются спецификой деятельности, положением тела, антропометрическими данными, числом и размерами предметов и средств деятельности.

4.4. Расчет эргономических параметров рабочего места

При расчетах эргономических параметров рабочих мест на основе антропометрических данных необходимо учитывать:

- положение тела работающего (стоя, сидя, лежа), а также возможность его изменения;
- величину размаха рабочих движений; необходимость (или ее отсутствие) ограничения рабочего пространства (кабины, отсеки, площадки и т. п.);
- возможность регулирования параметров рабочего места;
- возможность передвижения сиденья, педали, подставки для ног;
- параметры обзорности и др.

При использовании антропометрических данных следует:

- предусматривать по возможности большее число регулируемых параметров производственного оборудования и рабочих мест;
- рассматривать все множество антропометрических признаков как одинаково необходимое, выявляя их значимость при анализе конкретных объектов производственного оборудования;
- учитывать, что базы отсчета при расчетах параметров машины не должны противоречить тем, которые используются при измерении размеров тела;
- допускать округление цифровых значений используемых антропометрических признаков только в пределах 1 см и 1°;
- знать, что не существует человека, все размеры тела которого соответствовали бы только средним арифметическим значениям или только 5-му или 95-му перцентилям; это лишь условное предположение.

Не рекомендуется:

- рассчитывать параметры машины на основе средних арифметических значений антропометрических признаков;
- использовать антропометрические данные значительной давности (20–25 лет);
- использовать антропометрические данные, приводимые в справочниках, монографиях и т. п., если не указаны год сбора материала,

пол, возраст и национальность контингента исследуемых, численность обследованной группы населения;

- ориентироваться на размеры тела, взятые в положении стоя, для расчетов параметров рабочих мест, предназначенных для работы сидя;
- получать основные эргономические размеры путем сложения отдельных классических размеров;
- применять зарубежные данные.

Процесс использования размеров тела при расчетах эргономических параметров рабочих мест и производственного оборудования можно сгруппировать в несколько правил, основу которых составляет метод перцентилей.

Правило 1. Определить характер контингента потребителей, для которого предназначено оборудование (пол, возраст, национальность, род занятий, однородность или смешанность группы по указанным выше признакам).

При назначении параметров, определяющих компоновку рабочего места оператора, прежде всего, необходимо определить круг пользователей. Очевидно, что машинистом экскаватора вряд ли будет работать хрупкая девушка, и в этом случае следует ориентироваться на антропометрические характеристики мужчин, скорее всего больших перцентилей. Напротив, компактным легковым автомобилем могут управлять и мужчины, и женщины. Общие правила сводятся к тому, что параметры кабины автомобиля или трактора, определяющие размещение в ней водителя, следует выбирать, исходя из значений антропометрических характеристик, которые соответствуют высокому перцентилю. Напротив, при выборе положения ручных органов управления и педалей необходимо обеспечить удобство пользования ими для людей с небольшими размерами. Недопустимо ориентироваться только на среднеарифметические значения антропометрических характеристик.

Итак, промышленные рабочие Российской Федерации – это мужчины, женщины различного возраста, различной этнической принадлежности и проживающие в различных регионах страны. Так, на конвейерах (кроме конвейеров для сборки тяжелых деталей) работают в основном женщины различных возрастов, в станкостроении – мужчины (большинство) и женщины, в текстильной и пищевой промышленности – в основном женщины, в электронной промышленности – молодые женщины, на подъемно-транспортных машинах – в основном мужчины и т. д.

Следует учитывать стремительное увеличение размеров тела у молодого поколения по сравнению со старшим.

Знание процентного соотношения потребителей по полу, возрасту, национальности, принадлежности городу или селу и т. п. важно для по-

вышения степени удовлетворенности работающих с техникой. Известно, что люди разных национальностей существенно различаются по своим антропометрическим характеристикам. Средний японец, например, ниже среднего скандинава. Поэтому следует учитывать и предполагаемую страну или регион, где будет эксплуатироваться проектируемое транспортное или тяговое средство (страну возможного экспорта).

При проектировании следует использовать в основном эргономические размеры. При пользовании антропометрическими данными не допускается сложения простых классических размеров для получения эргономических размеров, так как размеры, полученные путем сложения, на 5...10 см больше, чем размеры, измеренные непосредственно.

За последние десятилетия заметно увеличение роста людей молодых поколений (акселерация). Это также приходится учитывать конструктору. В прикладной антропометрии принята следующая возрастная классификация: 18–19, 20–29, 30–39, 40–49, 50–59 и более лет. Имеется тенденция к увеличению всех продольных размеров тела у лиц молодого поколения, а поперечных, передне-задних и обхватных размеров – у лиц старшего возраста.

При проектировании оборудования следует знать, что наибольшие различия в размерах тела наблюдаются между мужчинами и женщинами внутри любой национальной группы (10...12 см в длине тела), затем следуют национальные различия, а далее – возрастные и профессиональные.

Следует учитывать следующие половые различия:

- продольные размеры тела мужчин в положении стоя на 7...12 см больше размеров женщин;
- продольные размеры тела мужчин в положении сидя на 3...6 см больше соответствующих размеров у женщин;
- поперечные, передне-задние и обхватные размеры верхней части тела мужчин на 1...3 см больше соответствующих размеров у женщин;
- размеры таза и бедер у женщин на 1...3 см больше, чем у мужчин.

Высотные размеры проектируемого оборудования должны соответствовать продольным размерам тела с учетом положения последнего. Не следует использовать размеры тела, взятые в положении «стоя», при расчете рабочих мест для работы сидя.

При расчете высотных размеров оборудования необходимо пользоваться антропометрическими данными молодого поколения (до 30 лет), а при расчете поперечных, глубинных размеров – данными населения старшего возраста (30–40 лет).

Все элементы рабочего места, которые имеют непосредственное соприкосновение с телом человека, должны по возможности точно со-

ответствовать его антропометрическим данным (размеры сиденья, рабочей поверхности, подставки для ног, органов управления и т. п.). Округление допускается до 1 см. При расчете минимальных пространств, занимаемых телом человека в разных положениях и позах, могут быть допуски 2...3 см.

Правило 2. Составить перечень конкретных эргономических параметров рабочего места, которые будут рассчитаны на основе размеров тела работающего. При этом следует определить:

- тип рабочего места согласно предложенной *классификации*;
- принадлежность параметра к группе *габаритных, свободных или компоновочных*.

Свободные параметры

Свободные параметры – это параметры отдельных элементов рабочего места, которые не имеют общих баз отсчета, а следовательно, не сопряжены друг с другом. Свободные параметры могут быть регулируемыми (переменными – рабочее кресло) и нерегулируемыми (постоянными).

Компоновочные параметры

Компоновочные параметры характеризуют положение отдельных элементов рабочего места относительно друг друга и работающего человека. К ним относятся расстояния между элементами рабочего места, границы досягаемостей в моторном пространстве, зоны оптимального видения, высотные соотношения между рабочей поверхностью, сиденьем и подставкой для ног, размах движений приводных элементов органов управления и т. д.

Компоновочные параметры могут быть постоянными и переменными (регулируемыми). Регулировка возможна за счет регулировки свободных параметров и за счет подвижности элементов рабочего места.

Габаритные параметры

Среди *габаритных* следует различать габаритные параметры в целом и габаритные параметры отдельных элементов.

Габаритные параметры рабочего места в целом (объем, высота, ширина, глубина, площадь) характеризуют предельные размеры внешних его очертаний, если рабочее место не имеет ограждений (станок, пульт, конвейер и т. п.), или размеры его внутренних очертаний, если рабочее место имеет ограждение (кабина).

Габаритные параметры отдельных элементов определяют объем рабочего пространства в целом и его планировку.

В пределах габаритных параметров рассматриваются свободные и компоновочные параметры:

- ориентация параметра в пространстве (ширина, высота, глубина);
- возможность регулировки параметра или отсутствие таковой;
- возможность передвижения элементов рабочего места (подвижность сиденья, перемещение педалей, выдвижение рабочих поверхностей, передвижение пультов на гибких шлангах, подвижность всего поста управления и т. п.);
- возможность передвижения работающего или отсутствие таковой.

Правило 3. Выбрать антропометрический признак, который необходим для расчета того или иного параметра машины. При выборе признака следует учитывать:

- рабочее положение тела работающего;
- особенности рабочей позы (корпус наклонен, выпрямлен, руки на весу или на подлокотниках, ноги на полу или на подставке, на педалях и т. п.);
- особенности антропометрического признака, обусловленные полом, возрастом, национальностью, родом занятий и т. п.

Правило 4. Выбрать крайние перцентильные значения признака и этим определить объем удовлетворенных потребителей. Этот выбор в первую очередь связан с наличием или отсутствием регулировки рассчитываемого параметра.

4.5. Базы отсчета для измерения параметров рабочих мест

Для расчетов эргономических параметров рабочих мест и производственного оборудования на основе антропометрических данных при проектировании, а также для их измерений на рабочем месте с целью проведения эргономического анализа и оценки, следует использовать унифицированные базы отсчета, которые не требовали бы при их нахождении сложных перерасчетов или применения специальных устройств. Базы отсчета для измерений и расчетов габаритных, свободных и компоновочных параметров рабочих мест различны.

Для расчетов и измерений **внутренних габаритных параметров** рабочего места за базы отсчета принимаются воображаемые ограничительные плоскости, касательные к наиболее выступающим внутрь рабочего пространства точкам элементов рабочего места, ограничивающим размах движений и прохождение работающего (приводные элементы органов управления, щиток, отопитель, плафон, оградительное устройство и т. п.). Например, ширина кабины экскаватора измеряется как проекционное расстояние между выступающими внутрь элементами,

расположенными на правой и левой ее стенках на уровне плечевого пояса машиниста в положении сидя.

Базами отсчета для расчетов и измерений **габаритных параметров** отдельных элементов рабочего места (сиденья, щитка, кнопки и т. п.) будут наиболее выступающие по высоте, ширине и глубине точки, края и т. п. измеряемого элемента рабочего места. Например, общая высота рабочего сиденья рассматривается как высота над полом верхнего края спинки в самом ее высоком положении (и при самой большой высоте сиденья).

Базы отсчета **свободных параметров** рабочего места находят в пределах измеряемого элемента рабочего места. Для каждого параметра они будут различны. Например, ширина сиденья измеряется как прямое расстояние между его правым и левым краями. Длина педали – расстояние между центральными точками переднего и заднего края и т. п. Часто размеры, являющиеся для рабочего места в целом свободными, для измеряемого элемента являются габаритными.

Базы отсчета для расчетов **компоновочных параметров** различны, и выбор их зависит от выбора параметра, но, как правило, ими являются ограничительные плоскости.

Так как в современной научной и справочной литературе представлены в основном статические антропометрические признаки, то и предлагаемая система отсчета границ моторного пространства выбрана с условием использования только этой группы признаков.

Измерения и расчеты границ досягаемости на рабочем месте производят в основных ортогональных плоскостях: горизонтальной, фронтальной и сагиттальной (профильной), используя внешнюю систему отсчета, вне тела.

Нулевые точки отсчета располагаются на следующих плоскостях (рис. 4.1).

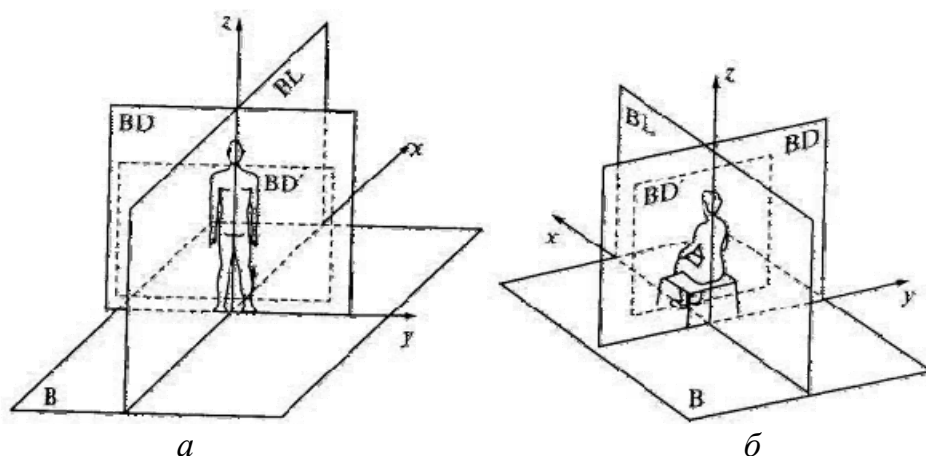


Рис. 4.1. Системы координат, используемые при расчетах эргономических параметров рабочих мест: а – в положении стоя; б – в положении сидя

В положении стоя:

- **на горизонтальной плоскости В** (пол или другая опорная поверхность для стоп, например подставка для ног, педаль и т. п.);
- **фронтальной плоскости ВD** (воображаемая плоскость, касательная переднему краю оборудования);
- **срединно-сагиттальной плоскости (профильной) ВL**, совпадающей с одноименной плоскостью тела.

В положении сидя:

- **горизонтальной плоскости В** (пол или другая опорная поверхность для стоп);
- **фронтальной плоскости:**
 - а) касательной к переднему краю оборудования (ВD), если сиденье свободно-подвижно;
 - б) касательной к наиболее выступающим точкам спины, или спинки сиденья (ВD), при закрепленном сиденье или при наличии его подвижности по направляющей вперед-назад;
- **срединно-сагиттальной плоскости ВЬ**, проходящей через середину сиденья (профильная) и совпадающей с одноименной плоскостью тела при выпрямленном корпусе.

Следует заметить, что многие из этих плоскостей, кроме фронтальной плоскости, параллельной переднему краю оборудования, были использованы как базы отсчета при измерениях антропометрических признаков. Поэтому в качестве конечных точек расчетов будут наиболее удаленные от этих плоскостей точки тела (верхушечная; III пальцевая точка вытянутой вперед руки; надколенная чашечка; конечная точка стопы и т. п.) и соответственно те элементы оборудования, которые работающий человек может (или не может) свободно, без напряжения, достать, не меняя положения тела и позы. На каждом рабочем месте в каждом участке моторного пространства конечные точки будут различны (центр кнопки, лобовое стекло и т. п.).

Опорные поверхности могут быть первичными – базовыми (уровень пола), и вторичными – определяемыми относительно уровня пола (подставка для ног, педаль, сиденье, подлокотник, рабочая поверхность). Высота органов управления и средств индикации может измеряться как относительно первичной, так и относительно вторичных поверхностей. Выбор поверхности отсчета производится исходя из конкретных условий. Высота вторичной поверхности всегда должна быть определена относительно базовой.

Передним краем оборудования следует считать передний (ближний к работающему) край столешницы, панели пульта, станины станка или выступающие за эти края приводные элементы органов управления (рычаги, маховики, педали и т. п.), т. е. те элементы оборудования, положение которых не позволяет рабочему подойти ближе к оборудованию.

Для расчетов соотношений между высотой рабочей поверхности, высотой сиденья и высотой подставки для ног основной базой отсчета служит пол.

Базами отсчета для расчетов оптимальных расстояний или оценки уже рассчитанных расстояний между приводными элементами органов управления (параметры группирования органов управления) следует считать наиболее выступающие точки краев двух соседних приводных элементов при их нейтральном рабочем положении. Принятые в техдокументации расстояния между осями (центрами) приводных элементов не являются эргономическими параметрами, так как не рассчитываются на основе размеров пальцев и кисти, а являются производными: сначала рассчитывают диаметр или ширину и длину приводного элемента, затем – расстояние между краями соседних элементов, в результате чего получают расстояние между продольными осями. Расстояния между продольными осями кнопок и клавиш измеряют и оценивают в тех случаях, когда их края смыкаются.

4.6. Классификация рабочих мест

По отношению к целевому продукту:

- основные;
- вспомогательные;
- обслуживающие.

По месту, занимаемому в системе организации производства:

- рабочих;
- служащих;
- ИТР (инженерно-технический работник);
- руководителей;
- оперативного персонала.

По специфике организации взаимодействия работающих друг с другом в технологическом процессе:

- индивидуальные;
- коллективные.

По степени изоляции:

- изолированные;
- неизолированные (огражденные, неогражденные).

По характеру отношений к внешней среде:

- в помещении;
- вне помещения.

По отдельным характеристикам средств труда – по уровню механизации труда:

- для производства ручных работ;
- механизированных работ;

- автоматизированных работ;
- работ смешанного типа.

По степени специализации средств труда:

- рабочее место с универсальными средствами труда;
- рабочее место со специализированными средствами труда;
- рабочее место со специальными средствами труда.

По количеству обслуживаемого оборудования:

- одномашинные;
- многомашинные.

По степени подвижности работающего:

- рабочее место без перемещения работающего;
- рабочее место с ограниченным перемещением работающего относительно средств труда;
- рабочее место с перемещением работающего в ограниченном пространстве (маршрутное, зональное) без использования средств транспорта.

По степени подвижности рабочего места:

- стационарные;
- подвижные.

Важным элементом, определяющим рабочую позу оператора, является сиденье. Сиденья водителя автомобиля и *трактора* и пассажира имеют свои особенности, которые будут рассмотрены ниже, однако целесообразно ознакомиться с некоторыми общими сведениями, которые представлены на рис. 4.2 и в табл. 4.

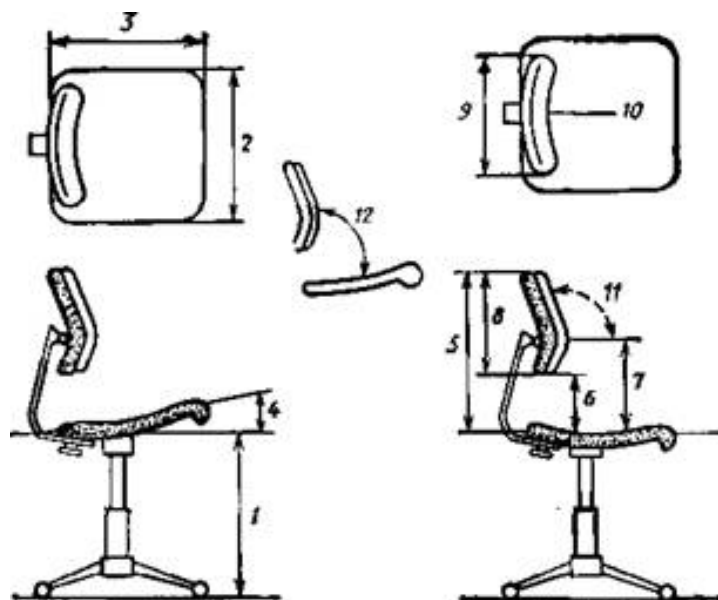


Рис. 4.2. Размерные характеристики рабочих кресел
(числовые значения – в табл. 4)

Таблица 4

Рекомендуемые размеры рабочих кресел, мм

| Обозначения на рис. 4.2 | Показатель | ГОСТ* | Германский стандарт | Британский стандарт | Шведский стандарт | Европейский стандарт |
|-------------------------|---------------------------------|-----------|---------------------|---------------------|-------------------|----------------------|
| Сиденье | | | | | | |
| 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 наклона, град | 0...5 | 0...4 | 0...5 | 0...4 | 0...5 |
| Спинка | | | | | | |
| 5 | Высота верхней кромки | – | 320 | 330 | – | – |
| 6 | Высота нижней кромки | – | – | 200 | – | – |
| 7 | Высота опорной поверхности | 150...280 | 170...230 | – | 170...220 | 170...260 |
| 8 | Высота | – | 220...– | – | 220...– | 100...– |
| 9 | Ширина | – | 360...400 | 300...360 | 360...400 | 360...400 |
| 10 | Горизонтальный радиус | 460 | 400...700 | 310...460 | 400...600 | 400 min |
| 11 | Вертикальный радиус | 620 | 700 | Выпуклая | Выпуклая | – |
| 12 | Угол наклона, град | 95...100 | – | 95...105 | – | – |
| Подлокотники | | | | | | |
| | Длина | – | 200...280 | 220 | 200...– | 200...– |
| | Ширина | 50...80 | – | 40 | 40...– | 40...– |
| | Высота | – | 210...250 | 160...230 | 210...250 | 210...250 |
| | Расстояние между подлокотниками | – | 480...500 | 470...560 | 460...– | 460...500 |

Расчет регулируемых параметров оборудования

Для определения верхней и нижней границ диапазона регулировки параметра используют два значения антропометрического признака, соответствующие 5-му и 95-му перцентилям определенной группы населения (рис. 3.7). В этом случае объем потребителей, удовлетворенных значением параметра, будет равен 90 %. Неудовлетворенными останутся 5 % работающих с наибольшими и 5 % с наименьшими размерами тела, т. е. всего 10 %.

При компоновке рабочего места оператора необходимо учитывать увеличение размеров тела, связанные с одеждой. Водитель может быть одет в легкую или теплую одежду, при этом увеличение размеров тела, естественно, будет разным. Поправки на одежду и обувь для некоторых размеров тела приведены в табл. 5.

Таблица 5

Поправки на одежду и обувь для некоторых размеров тела

| Антропометрическая характеристика | Увеличение на одежду, мм | |
|---|--------------------------|----------------------------------|
| | Легкую | Теплую |
| Высота плеч в положении стоя | 30 | 49,5 и более |
| Рост в положении сидя (головной убор учесть дополнительно) | – | 5,0...7,5 |
| Высота глаз в положении сидя | – | 5,0...7,5 |
| Высота плеч в положении сидя | 5,0 | 30,0...32,5 |
| Высота колена в положении сидя (обувь + одежда) | 25,0 | 37,5 и более |
| Длина руки (вместе с мышцами спины) | 7,5 | 12,5 (с перчатками) |
| Длина плеча | 5,0 | 25,0 |
| Ширина плеч | 7,5 | 37,5 |
| Длина предплечья с кистью | 5,0 | 20...25 (с перчатками) |
| Ширина локтей | 12,5 | 100...125 |
| Ширина ладони на уровне запястья (в перчатках) | – | 5...10 (при рукавицах больше) |
| Передне-задний размер грудной клетки | 12,5 | 50,0 |
| Толщина ягодиц | 25,0 | 62,0 |
| Длина бедра | 5,0 | 17,5 |
| Ширина бедер | 12,5 | 37,5 и более |
| Ширина коленей | 12,5 | 50,0 |
| Длина стопы | 30,0 | 30,0 |

5. ЭРГОНОМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Эргономика – это наука, изучающая человека или группу людей и их деятельность в условиях современного производства с целью оптимизации орудий и процесса труда.

Основной предмет исследования эргономики – **эргономическая система**.

Под составом *эргономической системы* понимают перечень звеньев, входящих в систему при выполнении производственной работы.

Анализ показывает, что состав эргономической системы будет изменяться соответственно этапам развития взаимоотношений человека и техники.

На сегодняшний день эргономическая система выглядит следующим образом:

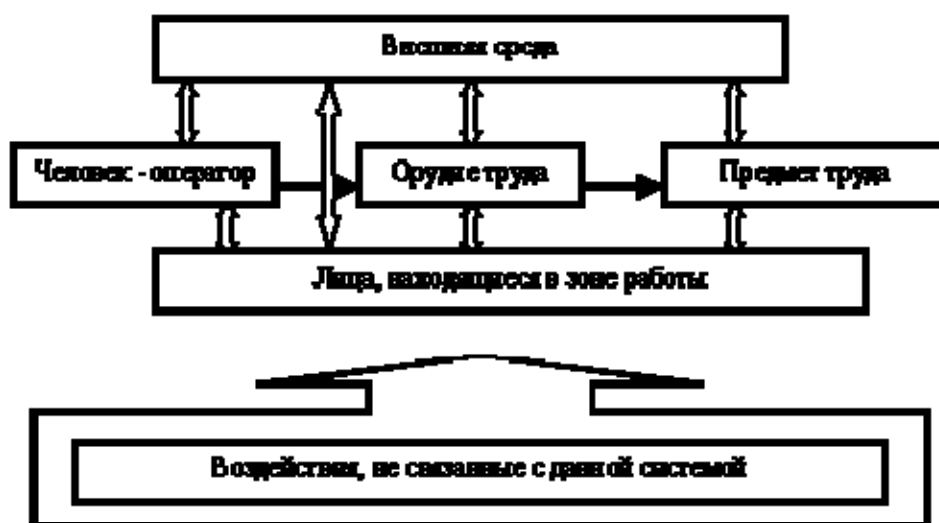


Рис. 5.1. Схема эргономической системы

Состав эргономической системы: человек – оператор; орудие труда; предмет труда; внешняя среда; лица, находящиеся в зоне работы; воздействия, не связанные с работой рассматриваемой эргономической системой.

При таком составе эргономической системы очень важно правильно представить внутрисистемные связи. Это необходимо для понимания внутренней организации системы, определения ее уязвимых звеньев и прогнозирования ее поведения в различных условиях эксплуатации.

5.1. Место оператора в эргономической системе

Независимо от степени автоматизации производства человек остается главным звеном **системы «человек – машина»**. Именно он ставит цели перед системой, планирует, направляет и контролирует весь процесс ее функционирования. Деятельность оператора имеет ряд особенностей, определяемых тенденциями развития производства:

- увеличением числа объектов, которыми необходимо управлять;
- с развитием дистанционного управления человек все более удаляется от управляемых объектов. При этом он получает необходимую информацию в закодированном виде (т. е. в виде показаний измерительных приборов), что обуславливает необходимость декодирования и мыслительного сопоставления полученной информации с состоянием реального объекта;
- увеличением сложности и скорости течения производственных процессов, а следовательно, повышением требований к точности действий оператора, быстроте принятия решений и выполнения управляющих действий. Поэтому работа оператора характеризуется увеличением нагрузки на нервно-психическую деятельность человека, именно она становится критерием тяжести операторского труда;
- для деятельности оператора характерно ограничение двигательной активности. Кроме того, он должен работать в условиях изоляции, в окружении приборов и индикаторов. Может возникнуть ситуация «конфликта» человека с приборами;
- от оператора требуется высокая готовность к экстренным действиям. Т. е. резкий переход от монотонного наблюдения и контроля к переработке большого количества информации, принятию и осуществлению принятого решения. Это может привести к возникновению сенсорных, эмоциональных и интеллектуальных перегрузок. При изучении связей оператора с машиной необходимо иметь в виду, что они осуществляются в первую очередь через информационное взаимодействие. При этом в самом информационном взаимодействии учитываются:
 - особенности функции входа, от которых зависит обеспечение ввода информации в органы чувств человека;
 - особенности функции управления, осуществляемые центральной нервной системой и зависящие от ее состояния;
 - особенности функции выхода, которые в большинстве случаев реализуются посредством сенсомоторных органов и мышечной системы человека, а также зависят от их функционального состояния.

5.2. Этапы операторской деятельности

Деятельность оператора в системе может быть представлена в виде четырех этапов:

1. Прием информации – обнаружение сигналов, выделение из их совокупности наиболее значимых, их расшифровка и декодирование. На этом этапе информация приводится к виду, пригодному для оценки и принятия решения.

2. Оценка и переработка информации – осуществляется сопоставление заданных и текущих режимов работы системы, производится анализ и обобщение информации, выделяются критические объекты и ситуации, и на основании заранее известных критериев важности и срочности определяется очередность обработки информации.

3. Принятие решения – решение о необходимых действиях принимается на основе проведенного анализа и оценки информации, а также на основе других известных сведений о целях и условиях работы системы, возможных способах действия, последствиях правильных и ошибочных решений.

4. Реализация принятого решения – осуществляется приведение принятого решения в исполнение: перекодирование принятого решения в машинный код, поиск нужного органа управления, движение руки и (или) ноги к органу управления и манипуляция с ним.

Первые два этапа операторской деятельности в совокупности называют получением информации, последние два этапа – ее реализацией.

На качество и эффективность выполнения каждого действия влияет целый ряд факторов.

Прием информации зависит:

- от вида и количества приборов;
- организации информационного поля;
- психофизиологических характеристик информации (размеров изображений, цвета, контраста и т. д.).

На оценку и переработку информации влияют:

- способ кодирования информации;
- объем ее отображения;
- динамика смены информации;
- соответствие ее возможностям памяти и мышления оператора.

Эффективность принятия решения определяется:

- типом решаемой задачи;
- числом и сложностью проверяемых логических условий;
- сложностью алгоритма и количеством возможных вариантов решения.

Выполнение управляющих движений зависит:

- от числа органов управления;
- их типа и способа размещения;
- большой группы характеристик, определяющих степень удобства работы с отдельными органами управления.

5.3. Роль анализаторов в операторской деятельности

Физиологической основой формирования информационной модели являются анализаторы, посредством которых человек осуществляет анализ раздражений.

Информация, поступающая через анализаторы, называется сенсорной (чувственной), а процесс ее приема – *сенсорной деятельностью*, или *сенсорным восприятием*.

Любой анализатор состоит:

- из рецептора;
- проводящих нервных путей;
- центра в коре больших полушарий головного мозга.



Рис. 5.2. Структурная схема анализатора

Основная функция рецептора – превращение действующего раздражителя в нервный процесс. Вход рецептора приспособлен к приему сигналов определенной модальности (вида) – свет, звук, вибрация и т. п. Его выход посылает сигнал, по своей природе единый для любого входа нервной системы. Это позволяет рассматривать рецепторы в качестве устройства кодирования информации.

Проводящие нервные пути осуществляют передачу информации в кору головного мозга.

Информация подвергается определенной переработке и снова возвращается в рецепторы.

Наибольшее значение для деятельности оператора имеет **зрительный анализатор** – 90 % всей информации поступает к оператору именно через зрительный анализатор. За ним по значимости следует **слуховой анализатор** и на третьем месте – **тактильный (или осязательный)**. Участие других анализаторов в деятельности оператора невелико.

5.4. Зрительный, слуховой, тактильный (осязательный) анализаторы

Зрительный анализатор

Раздражитель зрительного анализатора – световая энергия. Рецептор – глаз. Зрительный анализатор позволяет воспринимать форму, цвет, яркость и движение предмета.

Возможности зрительного восприятия определяются энергетическими пространственными, временными и информационными характеристиками сигналов.

Энергетические характеристики:

- диапазон воспринимаемых яркостей;
- контрастность;
- слепящая яркость;
- относительная видимость.

Информационные характеристики:

- пропускная способность.

Пространственные характеристики:

- острота зрения;
- поле зрения;
- объем восприятия.

Временные характеристики:

- латентный период реакции – промежуток времени между подачей сигнала и моментом возникновения ощущения (160–240 мс);
- длительность инерции ощущения – 0,2–0,5 с (при дискретно поступающих сигналах – интервал следования);
- критическая частота мельканий – та минимальная частота проблесков, при которой возникает слитное восприятие объекта);
- время адаптации.

Объем зрительного восприятия ограничен, с одной стороны, объемом оперативной памяти, а с другой – пространственными характеристиками зрения (размером зоны ясного видения – зоны, ограниченной углом 10° от линии взора в горизонтальной и вертикальной плоскостях).

Поле зрения оператора

Оптимальной (или эффективной) зоной для выполнения зрительных функций является зона, соответствующая пространству, ограниченному углом 30° в горизонтальной и вертикальной плоскостях (по 15° в стороны, вверх и вниз от нормальной линии взора), рис. 5.3. В этой зоне обеспечивается достаточно четкое восприятие, хорошо различают-

ся форма и цвет предмета, поэтому в пределах данной зоны рекомендуется размещать основные и аварийные индикаторы и главные органы управления производственного оборудования.

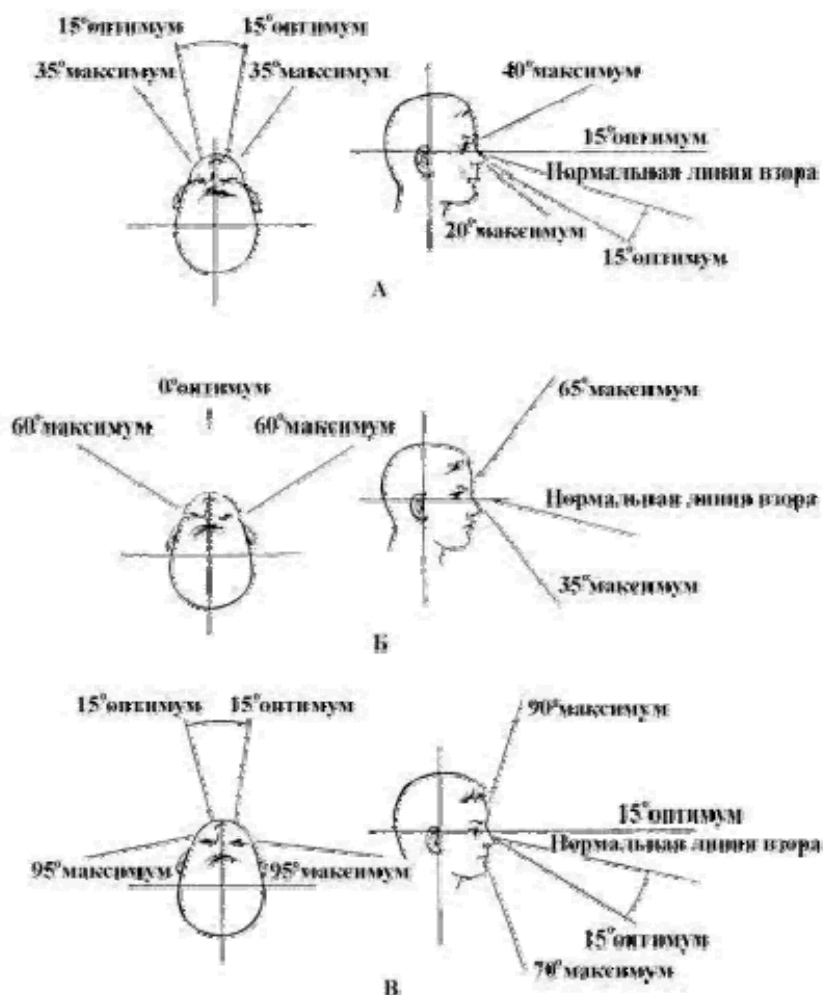


Рис. 5.3. Зоны видимости в вертикальной и горизонтальной плоскостях:
 А – при повороте только глаз. Б – при повороте головы.
 В – при повороте головы и глаз

Менее важные средства отображения информации могут располагаться в зоне, примыкающей к оптимальной, а редко используемые элементы – в зоне с еще большими пределами (когда для наблюдения за СОИ необходимо поворачивать и голову, и глаза).

Слуховой анализатор

Раздражитель слухового анализатора – звуковая энергия. Рецептор – ухо. Слуховой анализатор обнаруживает и опознает звуки; позволяет различать звуковые раздражения; определять направление звука; а также удаленность источника.

В реальных условиях деятельности человеку приходится воспринимать звуковые сигналы на том или ином фоне. При этом фон может маскировать полезный сигнал, что затрудняет его обнаружение.

Слуховой аппарат человека воспринимает слышимый звук – колебания с частотой от 16 Гц до 20 КГц – диапазон слышимости. Ухо наиболее чувствительно к колебаниям в области средних частот от 1000 до 4000 Гц. Звуки с частотами ниже 16 Гц называются инфразвуками, а выше 20 000 Гц – ультразвуками. Инфразвуки и ультразвуки также оказывают воздействие на организм человека, но оно не сопровождается слуховым ощущением.

Нижний абсолютный порог соответствует интенсивности звука в децибелах сигнала, обнаруживаемого человеком с вероятностью 0,5 %.

Верхний абсолютный порог – интенсивность звука, при которой возникают различные болевые ощущения.

Величина едва различимой прибавки – дифференциальный порог – к исходному раздражителю зависит от его интенсивности и частоты. В пределах среднего участка диапазона изменения звука по частоте и интенсивности эта величина примерно постоянна и составляет 0,1 от исходной интенсивности раздражителя.

Временной порог чувствительности слухового анализатора, т. е. длительность звукового раздражителя, необходимая для возникновения ощущения, также не является постоянной величиной. С увеличением интенсивности или частоты он сокращается. Например, изменение интенсивности звука с 30 до 10 дБ при частоте 1000 Гц временной порог изменяется с 1 до 50 мс.

Человек оценивает звуки, различные по интенсивности, как равные по громкости, если частоты их также различны (звук, уровень интенсивности которого 120 дБ при частоте 10 Гц, оценивается слуховым анализатором как равный по громкости со звуком в 100 дБ при частоте 1000 Гц).

Тактильный (осязательный) анализатор

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

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

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

По количеству воспринимаемой информации тактильный анализатор значительно уступает зрительному и слуховому. Путем изменения частоты вибротактильных или электрокожных сигналов можно передать не более 10 градаций. Трудности использования тактильных рецепторов в передаче информации о ходе технологического процесса связаны также с довольно быстрой их адаптацией и сложностью хранения сигналов в памяти.

5.5. Характеристики анализатора

Основными характеристиками любого анализатора являются пороги:

- абсолютные (верхний и нижний);
- дифференциальный;
- оперативный.

Минимальная величина раздражителя, вызывающая едва заметное ощущение, носит название *нижнего абсолютного порога* чувствительности. Сигналы, величина которых меньше нижнего абсолютного порога чувствительности, человеком не воспринимаются.

Увеличение же сигнала сверх *верхнего абсолютного порога чувствительности* вызывает у человека болевые ощущения. Интервал между нижним и верхним абсолютными порогами чувствительности носит название *диапазона чувствительности анализатора*.

Дифференциальный порог – минимальное различие между двумя раздражителями либо между двумя состояниями одного раздражителя, вызывающее едва заметное различие ощущений.

Оперативный порог определяется той минимальной величиной различия между сигналами, при которой точность и скорость различения достигает максимума.

Исходя из всего вышперечисленного, можно сформулировать **общие требования к сигналам-раздражителям**:

- интенсивность сигнала должна соответствовать средним значениям диапазона чувствительности анализатора, которая обеспечивает оптимальные условия для приема и переработки информации;
- необходимо обеспечить различие между сигналами, превышающее дифференциальный порог чувствительности;
- перепады между сигналами не должны превышать оперативный порог чувствительности, иначе возникает утомление;

- наиболее важные и значимые сигналы следует располагать в тех зонах, которые соответствуют участкам рецепторной поверхности с наибольшей чувствительностью;
- при конструировании индикаторных устройств необходимо правильно выбрать вид (модальность) сигнала, а следовательно, и модальность анализатора.

5.6. Взаимодействие анализаторов

При конструировании средств отображения информации (СОИ), кроме изучения возможностей отдельных анализаторов, следует учитывать межанализаторные связи. Это необходимо делать при предъявлении оператору полимодальных сигналов, т. е. сигналов различной модальности.

Полимодальные сигналы используют в следующих ситуациях:

- дублирование – сигнал одновременно поступает на несколько анализаторов для повышения надежности передачи информации (сигналы тревоги);
- распределение поступающей информации между анализаторами для избегания их перегрузки, требует учета пропускных способностей анализаторов;
- переключение активности анализаторов – борьба с монотонностью операторского труда.

При этом необходимо учитывать то обстоятельство, что слух имеет преимущество в приеме непрерывных сигналов, зрение – дискретных. Время реакции на звук короче, чем на свет. Самая короткая реакция на тактильный раздражитель. Однако слуховой и зрительный анализаторы принимают информацию на расстоянии от источника.

Распределение информации повышает эффективность ее приема по двум причинам:

- за счет повышения общего функционального состояния анализаторов и активизации нервной системы;
- повышение пропускной способности в целом (при снижении ее у каждого анализатора).

Распределение информации между воспринимающими каналами человека

Между воспринимающими каналами человека информация должна распределяться на основе психологического восприятия информации различными анализаторами. Необходимо также учитывать взаимодействие и взаимное влияние анализаторов, их устойчивость к воздействию различных факторов среды: гипервесомости и невесомости, вибрации, гипоксе-

мии, изменение способности к восприятию информации в процессе длительной работы и др. Весьма существенное значение имеет вид информации, условия ее приема, а также характер деятельности оператора.

5.7. Выбор канала восприятия в зависимости от вида информации

Передача количественной информации

Для передачи количественной информации используются зрительный, слуховой и кожный каналы восприятия. Выбор канала обуславливается числом градаций признака.

- *Зрительный канал* обеспечивает наибольшую точность определения величины признака, особенно при использовании цифровых кодов, шкал, изменений положений указателей приборов. Он позволяет сравнивать и измерять информацию одновременно по нескольким признакам. Наименьшая точность наблюдается при кодировании величины яркостью.

- *Слуховой канал* по точности восприятия количественной информации может конкурировать со зрительным только при передаче количественной информации в виде речевых сообщений. Точность приема количественной информации, закодированной с помощью частоты или интенсивности звукового сигнала, повышается при использовании эталона сравнения. Человек способен воспринять до 16...25 градаций тональных сигналов, различающихся по высоте или громкости.

- *Кожный канал* при передаче количественной информации значительно уступает зрительному и слуховому каналам. С его помощью можно передать более 10 градаций величины за счет использования частоты вибротактильных или электрокожных сигналов (после соответствующей тренировки).

Передача многомерных каналов

Использование многомерных сигналов, различающихся по нескольким признакам, способствует более экономной передаче информации. С точки зрения возможности приема многомерной информации различные воспринимающие каналы человека не являются идентичными.

- *Зрительный канал*, обладающий хорошо выраженными аналитическими свойствами, позволяет одновременно использовать несколько признаков в сигнале. Информация для этого канала восприятия может быть закодирована одновременно с помощью интенсивности и цвета световых раздражителей, формы, площади, пространственного расположения сигналов, отношений их отдельных параметров. Способность к поэлементному анализу большого числа отдельных составляю-

щих сложного сигнала позволяет воспринимать с помощью этого канала большой объем информации. Зрительный анализатор не обладает выраженными преимуществами по сравнению с другими анализаторами. Значительно повышает пропускную способность данного канала по отношению к многомерным кодовым сигналам синтез различных компонентов сигналов в единый зрительный образ. В этом отношении большую роль играет наличие возможности одновременного восприятия нескольких пространственно разобщенных зрительных образов.

- **Слуховой канал** позволяет использовать при передаче многомерных звуковых сигналов интенсивность и частоту, тембр и ритм. Распределение частот по октавам и модулирование звуковых сигналов также повышает их распознаваемость. Однако общий набор сигналов и возможность варьирования ими для этого анализатора меньше, чем для зрительного. Значительно ограничивает использование этого канала трудность приема и анализа информации, поступающей одновременно более чем от одного источника сигналов.

- **Кожный канал** обладает меньшими возможностями для приема многомерных сигналов, чем два предыдущих. При передаче по нему многомерных сигналов практически могут быть использованы частота сигналов и их пространственная локализация.

Передача информации о положении объектов в пространстве

- **Зрительный канал** дает самую полную информацию о положении наблюдаемых объектов в пространстве (по трем координатам). Большая точность в оценке пространства и пространственных отношений обеспечивается за счет выраженной аналитической способности зрительного анализатора, константности восприятия, визуализации представлений, широкой возможности оперирования пространственными зрительными образами.

- **Кожный канал** при передаче этой информации можно поставить на второе место. Он обеспечивает определение положения объекта в пространстве по двум координатам при непосредственном соприкосновении с объектом и при дистанционном определении положения его в пространстве за счет искусственных кодовых признаков. Такими кодовыми признаками могут быть частота вибротактильных или электрокожных сигналов и их локализация. Изменение амплитуды, величины и площади давления тактильных сигналов ограничивается быстрым развитием адаптации в тактильном анализаторе.

- **Слуховой канал** при бинауральном восприятии обеспечивает высокую точность определения направления на источник звука. Когда же применяется искусственный код (обычное изменение частоты акустиче-

ского сигнала, его тона), точность локализации оказывается ниже, чем при использовании зрительного и кожного анализаторов. В основном, в этом случае с помощью слухового анализатора можно определять изменение положения объекта в пространстве только по одной координате.

Восприятие времени

Точность восприятия временных интервалов зависит от их длительности, от того, заполнены они или не заполнены раздражителем, и от ряда других причин. Наибольшая точность отмечается при оценке заполненных временных интервалов.

- **Слуховой канал** обеспечивает наибольшую точность в оценке временных характеристик сигналов (их длительности, темпа, ритма и т. п.). Ошибка в воспроизведении 3-, 5-, 10-секундных заполненных временных интервалов составляет при использовании слухового анализатора 1,2–4,7 % заданных стандартов.

- **Кинестетический канал** также может успешно использоваться для передачи информации по параметру длительности. При поступлении по этому каналу заполненных временных интервалов длительностью в 4,8 и 9,1 с, ошибка в точности воспроизведения колеблется в пределах 6,4–16 %.

- **Тактильный канал** по точности оценки времени занимает третье место. Ошибка точности воспроизведения 5-, 10-секундных интервалов при использовании этого анализатора составляет 7,4–24,8 % определяемых величин.

- **Зрительный канал** обеспечивает наименьшую точность передачи временной информации. При поступлении сигналов в этот канал наблюдается меньшая точность и большая флюктуация в оценке длительности временных интервалов, чем при поступлении их по слуховому, кинестетическому и тактильному каналам. Ошибка в точности воспроизведения 3-, 5- и 10-секундных интервалов времени при использовании зрительного анализа составляет 13,8–18 % стандарта, а флюктуация – 1,2–2,9 с.

Передача информации об аварийных ситуациях

Сигналы, несущие информацию об аварийных ситуациях, можно подразделить на предупреждающие и сигналы, свидетельствующие об аварии и переключающие человека на деятельность по новому алгоритму. Предупреждающие сигналы не должны нарушать заданного режима рабочей деятельности. Следствием аварийных сигналов должно быть изменение алгоритма работы для предотвращения развития аварийной ситуации и восстановления нормального функционирования системы.

Для передачи предупреждающего сигнала можно использовать любой канал связи (зрительный, слуховой, тактильный). Выбор его зависит от структуры деятельности, загруженности того или иного анализатора и вида алгоритма, на который должен быть переключен оператор. Выбор канала связи для передачи аварийного сигнала обуславливается тем, что сигнал должен быть обязательно и немедленно воспринят при любых обстоятельствах, независимо от характера работы.

- **Слуховой канал** восприятия при передаче информации об аварийном состоянии имеет те преимущества, что слуховой анализатор обладает выраженной способностью к экстренной мобилизации. Звуковой сигнал хорошо воспринимается независимо от местоположения его источника по отношению к оператору. Отрицательным свойством длительного интенсивного звукового сигнала является его выраженное тормозное влияние на высшую нервную деятельность.

- **Зрительный канал** восприятия при передаче аварийной информации является также достаточно эффективным. Недостатком его является то, что источник информации обязательно должен находиться в поле зрения. Особенно важное значение приобретает канал в условиях интенсивного шума.

- **Кожный канал** восприятия также может быть использован при подаче аварийных сигналов. При передаче аварийного сигнала в некоторых случаях может использоваться болевая чувствительность, однако данный вопрос требует дополнительно изучения.

5.8. Средство отображения информации

Средство отображения информации – индикатор (по-латински *indicator* – указатель, от лат. *indico* – указываю, определяю) – прибор (устройство, элемент), отображающий ход процесса или состояние объекта наблюдения в форме, удобной для восприятия человеком.

Обычно средства отображения информации используют для одной или нескольких целей:

- считывания количественных и качественных показателей;
- контрольного считывания показателей;
- установки регулируемого параметра.

Любые СОО должны удовлетворять следующим инженерно-психологическим требованиям:

- Обеспечивать рабочего необходимой и достаточной информацией для оценки ситуации и возможности принятия правильного решения, а также контроля за его исполнением.
- Информация должна быть подана в тот момент, когда в ней возникает необходимость.

- Форма представления информации должна соответствовать психофизиологическим возможностям человека по восприятию, специфике его деятельности и условиям работы.
- Получаемая информация должна правильно отражать положение и состояние управляемого объекта, предоставляться с запасом времени, достаточным для ее обработки.
- Давать оператору дополнительную информацию по запросу, а также обеспечивать надежное восприятие аварийных сигналов.
- Поток информации должен быть меньше пропускной способности оператора.

Виды средств отображения информации:

- Стрелочные индикаторы.
- Счетчики.
- Индикаторы с подсветом.
- Печатающие устройства (самописцы).
- Графопостроители.
- Знаковые светящиеся индикаторы.
- Сигнализаторы звуковые.

Проектирование систем отображения информации

Разработка системы отображения информации состоит из следующих этапов:

1. Психологический анализ деятельности оператора и определение всех сведений об информации, необходимой ему для выполнения заданных функций.
2. Согласование интенсивности потока сигналов с реальными возможностями человека – оператора по их приему, что важно для достижения наивысшей эффективности работы системы.
3. Выбор конкретных типов индикаторов, наиболее полно соответствующих характеру решаемых задач и возможностям оператора по приему и переработке информации.
4. Композиционное решение и определение конкретной структуры системы отображения информации:
 - выбор способа кодирования и длины алфавита сигналов,
 - выбор характеристик отдельных индикаторов,
 - распределение информации между ними,
 - определение их взаимосвязи и взаимного расположения,
 - пространственная компоновка индикаторов,
 - композиционное и цветовое решение системы.
5. Разработка и испытание опытных образцов, оценка полученных решений построения системы и проведение последовательной кор-

рекции ее структуры для получения приемлемых значений ее выходных характеристик.

При размещении средств отображения информации необходимо учитывать возможности оператора по восприятию зрительной информации и размеры поля зрения оператора.

5.9. Органы управления

К органам управления (ОУ) относятся устройства, с помощью которых человек управляет объектами.

Выбор органов управления зависит от следующих факторов:

- структуры и особенностей деятельности оператора как при нормальной работе системы, так и при ее отказе;
- антропометрических, психофизиологических характеристик человека;
- управляющих действий, которые должен производить оператор (включение, переключение, регулировка);
- рабочего положения тела человека (сидя, стоя);
- динамических характеристик рабочих движений (усилия, точность, диапазон, траектория и т. д.);
- технических характеристик объекта управления;
- информации, на которую должен отвечать человек или которую должен вводить в машину;
- места расположения ОУ (на панели пульта или вне ее);
- характеристик рабочей среды (освещенность, вибрация, помехи и т. д.);
- наличия или отсутствия спецодежды и средств индивидуальной защиты.

Различают *ручные* и *ножные* органы управления. Ручные органы управления рекомендуется использовать тогда, когда важны точность установки органа управления в определенное положение, скорость манипулирования, а также когда нет необходимости в непрерывном или продолжительном приложении усилий в 90 Н и более. Усилия, прилагаемые к органам управления, не должны превышать допустимых динамических и (или) статических нагрузок на двигательный аппарат человека.

При размещении ОУ на рабочем месте следует учитывать:

- структуру деятельности человека;
- требования к частоте и точности движений;
- требования к величине прилагаемых усилий;
- положение тела и условия формирования рабочей позы;
- размеры моторного пространства;
- условия сенсорного контроля, поиска и различения органов управления;

- условия идентификации функций органов управления;
- опасность неумышленного изменения функционального положения органов управления.

Требования к размещению органов управления касаются их размещения на рабочем месте относительно работающего, группирования и взаимного расположения на панели относительно **СОИ** или управляемых объектов (рис. 5.4).

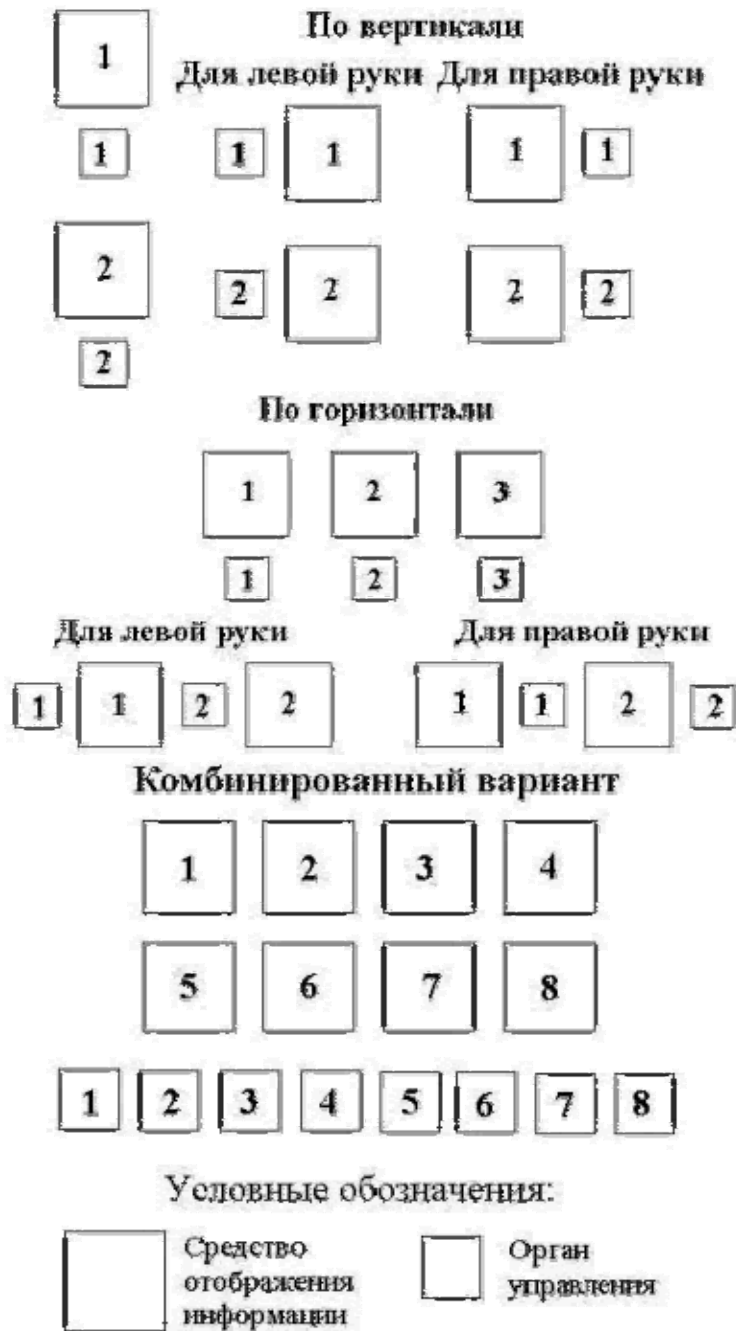


Рис. 5.4. Рекомендуемые варианты размещения органов управления и средств отображения информации

Органы управления должны быть сгруппированы в моторном пространстве рабочего места. Большинство ручных органов управления постоянного действия должно располагаться на уровне локтя или чуть ниже. Редко используемые ОУ (2–3 раза в смену) могут располагаться на уровне плечевого пояса или лучезапястного сустава (рис. 5.5).

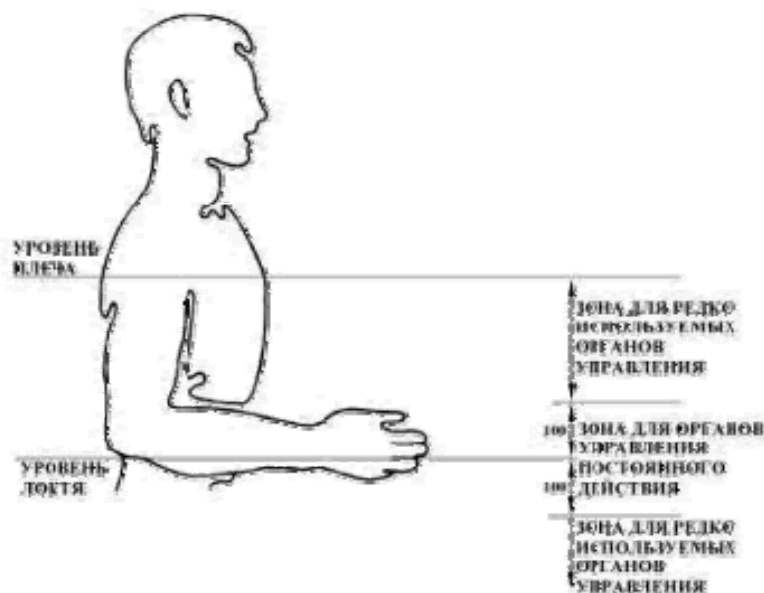


Рис. 5.5. Рекомендуемые зоны размещения органов управления в вертикальной плоскости

ОУ должны отстоять от передней поверхности туловища оператора не менее чем на 150 мм (рука согнута в локтевом суставе), но не более, чем на размер вытянутой вперед руки (рис. 5.6).

Независимо от типа органы управления должны быть логически сгруппированы в определенную пространственную структуру с учетом:

- функционального назначения (принадлежность к определенному комплексу оборудования, системе, агрегату, функциональному узлу);
- последовательности использования в зависимости от алгоритма деятельности оператора;
- времени использования (в период подготовки к эксплуатации или в период функционирования системы);
- характера режима работы системы;
- значимости органа управления для работы системы (нельзя располагать рядом органы управления, используемые при нормальной работе и в аварийных ситуациях).

Если одна часть объектов располагается справа от рабочего места оператора, а другая – слева, то органы управления этими объектами

на пульте управления располагаются аналогично относительно сагиттальной оси симметрии.

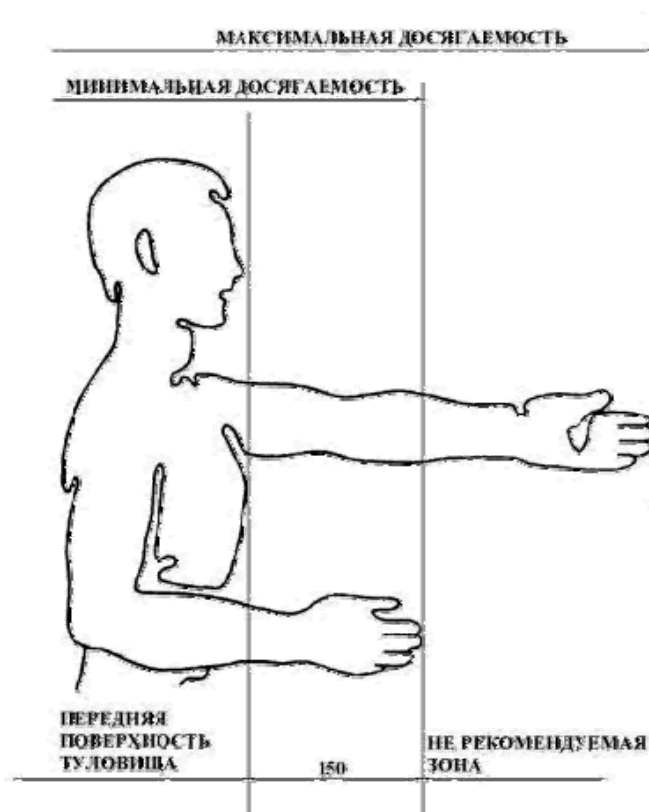


Рис. 5.6. Рекомендуемые зоны размещения органов управления в вертикальной плоскости

При определении расстояния между приводными элементами во внимание принимаются одновременность или последовательность использования органов управления, способ захвата приводного элемента, его размеры, направление его перемещения, необходимость работы вслепую, возможность случайного включения, наличие спецодежды (спецобуви), наличие вибрации, степень подвижности рабочего места.

При последовательном использовании органов управления их следует располагать по горизонтали слева направо или сверху вниз, а в пределах ряда – сверху вниз или слева направо, и как можно ближе друг к другу.

При манипулировании органами управления вслепую расстояние между смежными краями приводных элементов должно быть не менее 150...300 мм, в зависимости от зоны расположения органа управления. При работе в перчатках это расстояние должно быть увеличено.

Ручные органы управления следует располагать так, чтобы ни приводной элемент, ни рука работающего не закрывали расположенных рядом СОО (см. рис. 5.4).

Направление перемещения органа управления по возможности должно быть мнемонически согласовано с воздействием, оказываемым на систему или ее отдельные агрегаты.

Если на панели расположено большое количество взаимосвязанных органов управления и СОИ, рекомендуется каждый орган управления располагать непосредственно под связанным с ним индикатором: справа вверху – для правой руки; слева вверху – для левой (см. рис. 5.4).

Орган управления состоит из приводного элемента и исполнительной части.

При расчете конструктивных параметров приводных элементов следует исходить из вида управляющих движений, типа захвата и возможности минимизации прилагаемых усилий, заданного диапазона точности, быстродействия и надежности управляющего движения.

Типы приводных элементов органов управления

- Кнопки и клавиши
- Рычажные переключатели (тумблеры)
- Поворотные переключатели и регуляторы
- Маховики и штурвалы
- Кривошипные рукоятки
- Рычаги управления
- Ножные органы управления

Кнопки и клавиши

Кнопки и клавиши применяются для проведения быстрых операций типа «включено–выключено», требуют при управлении незначительных физических усилий, позволяют осуществлять управляющие действия с наибольшей скоростью.

В целях исключения возможности случайного включения соседних кнопок расстояние между их соседними краями должно составлять не менее 15 мм (при работе в перчатках – не менее 25 мм), а для кнопок, нажимаемых большим пальцем, – не менее 50 мм. При освещенности пульта управления ниже 300 лк и частоте нажатия более 5 раз в минуту размеры приводных элементов и расстояний между ними следует увеличить в 1,5–3 раза.

Для контроля операции включения–выключения целесообразно использовать подсвет.

Рычажные переключатели (тумблеры)

Рычажные переключатели (тумблеры) применяются для быстрого включения, выключения и переключения режимов работы, не требуют

при управлении больших физических усилий, хорошо опознаются на рабочем месте, позволяют осуществлять операции с большой скоростью.

Форма приводного элемента (рычажной части) тумблера может быть конусообразной, многогранной или цилиндрической с расширением на конце в виде шарика или лопатки. Приводной элемент тумблера должен иметь длину не менее 10...15 мм и толщину в расширенном участке 3...5 мм. Межпозиционные перемещения рычажка должны выполняться в секторе 40...60° – для двухпозиционного тумблера и в секторе 30–50° – для трехпозиционного.

Положение тумблера, характеризующее его состояние, должно легко распознаваться визуально, тактильно и на слух (как щелчок). Позиция приводного элемента «вверх» должна соответствовать состоянию «включено».

При размещении тумблеров на панели управления в ряд расстояние между их осевыми линиями должно быть не менее 19 мм, при работе в перчатках – не менее 25 мм.

Если тумблеры перекидываются в противоположных направлениях, их концы должны быть удалены друг от друга на расстояние не менее 19 мм. Расстояние между осевыми линиями тумблеров и другими элементами управления должно быть не менее 25 мм.

Поворотные переключатели и регуляторы

Поворотные переключатели и регуляторы применяются для операций «включения–выключения», плавного непрерывного или ступенчатого регулирования, требуют незначительных усилий при работе. Конструкция их должна обеспечивать сигнализацию об установлении каждой дискретной позиции посредством слышимого щелчка или осязаемого скачкообразного изменения.

Приводные элементы поворотных переключателей ступенчатого действия (селекторные переключатели) должны иметь указатель (стрелку, точку, метку и т. п.), а также надежное устройство подпружинной фиксации положения, которое должно обеспечивать возможность быстрого и однозначного определения позиции переключения. Для крайних позиций приводного элемента необходимо предусматривать стопоры.

Селекторные переключатели следует использовать для дискретного переключения от 3 до 24 исполнительных позиций. Они должны быть снабжены движущейся стрелкой, ориентирной опорной линией, а также неподвижной шкалой. Контрастность ориентирной линии должна составлять не менее 50 % цвета всего переключателя. При манипулировании переключателями шкала не должна прикрываться рукой.

Размеры рукоятки поворотного переключателя должны находиться в пределах: диаметр 20...120 мм, ширина 2...15 мм, высота 10...55 мм.

Ручкам, рассчитываемым на точную регулировку, необходимо обеспечить диапазон поворотов на $30...60^\circ$ в каждую сторону от нулевой точки. У ручек, рассчитываемых на большие усилия, боковые поверхности должны быть ребристыми для обеспечения надежного захвата.

Расстояние между краями соседних ручек при работе пальцами должно составлять не менее 20 мм, при работе в перчатках – не менее 25 мм, при работе кистью – не менее 50 мм, при работе двумя руками – не менее 70 мм.

Маховики и штурвалы

Маховики и штурвалы предназначены для ступенчатых переключений и плавного регулирования, выполняемых одной или двумя руками. Они применяются в условиях, требующих значительных усилий либо точного регулирования.

Маховик (ручное колесо со спицами или без них) – орган управления диаметром более 50 мм; штурвал (рулевое колесо) – вид маховика, применяется для изменения направления движения объекта.

Обод маховика должен иметь круглую, овальную или близкую к ним форму, его поверхность не должна иметь острых углов и заусенцев. Рукоятки вращения маховика должны быть удобными для захвата и обеспечивать надежное удержание в процессе управления. Предпочтительны цилиндрическая, веретенообразная, грушевидная и другие удлиненные формы с гладкой или рифленой поверхностью.

Кодирование назначения маховиков целесообразно производить формой и размером, ободов – цветом и расположением в моторном пространстве. Конечные позиции маховика (штурвала) следует снабжать стопором, а маховики, предназначенные для ступенчатых переключений, должны иметь пружинные фиксаторы.

При совместных управляющих действиях двумя руками на двух маховиках направления вращательных движений должны быть взаимно противоположными.

Кривошипные рукоятки

Кривошипные рукоятки – применяются для переключения, требующего быстрого вращения или передачи значительных физических усилий на исполнительный орган.

Кривошипные рукоятки рекомендуется располагать справа (слева) от срединно-сагитальной плоскости корпуса работающего, если вращение производится правой (левой) рукой на высоте верхней трети бедра при работе стоя и на высоте локтя при работе сидя.

При необходимости кривошипные рукоятки можно устанавливать на маховике (кривошипная ручка служит для быстрого проворачивания, а маховик – для точной регулировки).

Рычаги управления

Рычаги управления предназначены для ступенчатых переключений и плавного динамического регулирования одной или двумя руками. Их используют при средних или больших усилиях, быстрых движениях при коротком пути управления и прямых траекториях.

Рычаги управления необходимо устанавливать в пределах минимальной и максимальной зон досягаемости для рук с соблюдением требований безопасности. Максимальное допустимое число позиций рычага равно 8.

Рычаги, перемещаемые двумя руками, следует располагать в срединно-сагитальной плоскости с отклонениями в стороны не более 100 мм. Рычаги, перемещаемые одной рукой, должны располагаться со стороны действующей руки на уровне локтя, при сгибании ее в локтевом суставе под углом 90...135° и при направлении движения к себе от себя.

Рычаг удобнее перемещать в вертикальной плоскости, чем в горизонтальной. Размах рычага не должен быть более 200 мм (в любую сторону).

Ножные органы управления

Ножные органы управления предназначены для операций типа включения–выключения и регулирования состояния объекта управления.

При частом и продолжительном пользовании ножными органами управления необходимо обеспечить работу в положении сидя.

Усилие, прилагаемое к педали, определяется рядом факторов: типом объекта управления, конструктивным решением педали, положением работающего (сидя или стоя), частотой использования и т. п. Усилие, развиваемое ногой, больше в положении стоя. При выполнении работ в положении стоя следует по возможности избегать применения педалей. Если это необходимо, то педаль должна располагаться на высоте не более чем 200 мм от пола. Направление движения должно быть приблизительно вертикальным. Движения нажатия должны осуществляться только в голеностопном суставе.

Педали следует располагать в зоне досягаемости или в оптимальной зоне действия ног. Для обеспечения оптимального положения ноги в положении сидя угол в голеностопном суставе должен составлять 90...100°, а в коленном 110...120°.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эргономика является естественно-научной основой дизайна, изучающей возможности человека на производстве и в быту. Она взаимодействует с общественными и техническими науками. Эргономика пользуется результатами всех исследований и является дисциплиной одновременно научной и проектировочной, так как в ее задачу входит разработка методов учета человеческих факторов при создании новой техники и при модернизации действующей. Задачи свои эргономика решает в тесном сотрудничестве с дизайном, с техническими и математическими науками. Дизайн и эргономика – неотъемлемые части одного целого организма.

Предложенное пособие дает возможность студентам получить достаточный объем знаний, освоить методику их практического использования в проектной практике.

ПРИЛОЖЕНИЯ

- Фрагменты ГОСТ Р ИСО 6385–2007 Эргономика.
Применение эргономических принципов
при проектировании производственных систем
- Графические фрагменты студенческих работ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ФРАГМЕНТЫ ГОСТ Р ИСО 6385–2007 ЭРГОНОМИКА. ПРИМЕНЕНИЕ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Эргономика
ПРИМЕНЕНИЕ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Ergonomics. Ergonomic principles in the design of work systems
Дата введения – 2008-06-01

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации – ГОСТ Р 1.0–2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения».

2. Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

2.1. **распределение функций** (allocation of functions): Процесс принятия решения о распределении функциональной нагрузки на персонал, оборудование, аппаратные и программные средства, чтобы обеспечить эффективную работу производственной системы.

2.2. **численность и состав персонала проекта** (design population): Устанавливаемая проектом группа работников проектируемой производственной системы, разделенная на подгруппы по признаку пола, возраста, уровня квалификации и пр. с определенной процентной долей численности каждой подгруппы по отношению к общей численности группы.

2.3. **эргономика** (изучение влияния человеческого фактора) (ergonomics study of human factors): Научная дисциплина, изучающая взаимодействие человека с производственной средой; сфера деятельности, вид трудовой деятельности, использующий теорию оптимизации, ее принципы, данные и методы для проектирования с целью обеспечения удобства и безопасности труда человека и повышения производительности производственной системы.

2.4. **производственное задание** (job): Организация и порядок следования во времени и пространстве индивидуальных рабочих заданий или установленный комплекс всех рабочих операций отдельного работника в производственной системе.

2.5. **назначение системы** (system function): Основные виды работ, выполняемые системой.

2.6. **рабочая среда** (work environment): Физические, химические, биохимические, организационные, социальные и культурные факторы, оказывающие воздействие на работника.

2.7. **рабочее оборудование** (work equipment): Орудия труда, включая аппаратные и программные средства, транспортные средства, приборы, оснастка, специальные системы и другие компоненты, используемые в производственной системе.

2.8. **рабочий** (оператор) (worker operator): Производственный персонал, выполняющий одно или более производственных заданий в производственной системе.

2.9. **утомление в процессе работы** (work fatigue): Проявление непатологического умственного или физического, локального или общего чрезмерного напряжения, полностью компенсируемого последующим отдыхом.

2.10. **организация производства** (work organization): Создание согласованных производственных процессов и организация взаимодействия всех элементов производственной системы для получения конкретного результата.

2.11. **производственный процесс** (work process): Организованное упорядоченное взаимодействие работников во времени и пространстве, производственного оборудования, материалов, энергии и информации внутри производственной системы.

2.12. **автоматизированное рабочее место, АРМ** (workstation): Определенное сочетание и пространственное расположение производственного оборудования в производственной среде, параметры которой определяются производственной программой.

2.13. **профессиональная утомляемость** (work strain): Внутренняя реакция работника на воздействие длительной рабочей нагрузки, зависящая от его индивидуальных характеристик (антропологические данные, возраст, профессиональные способности, квалификация, практический опыт и пр.).

2.14. **рабочая нагрузка, внешняя нагрузка** (воздействие) (work stress external load): Воздействие совокупности внешних условий и требований производственной системы на физиологическое и психологическое состояние работника.

2.15. **рабочее пространство** (workspace): Определенный объем пространства, окружающего одного или нескольких работников в производственной системе, необходимый для выполнения производственного задания.

2.16. производственная система (work system): Система, включающая одного и более работников и производственное оборудование, работающих совместно для выполнения производственных функций в определенном рабочем пространстве, в рабочей среде, в условиях, определяемых производственными заданиями.

2.17. производственное задание (work task): Основа для осуществления персоналом определенной деятельности или нескольких видов деятельности для достижения запланированных результатов.

3. Проектирование производственных систем

3.1. Общие принципы

В процессе проектирования производственной системы должны быть рассмотрены основные взаимосвязи между персоналом и компонентами системы, такими как производственные задания, оборудование, рабочее пространство и производственная среда.

Эти взаимосвязи порождают определенные требования к работникам, эти требования совместно являются источником производственного стресса. Стресс является результатом реакции работника на переутомление и зависит от его/ее индивидуальных характеристик (таких как анатомические данные, возраст, способности, квалификация, практический опыт и пр.). В результате стресса может возникнуть как эффекты расслабления (например, утомление), так и мобилизации возможностей (например, стремление к повышению квалификации) – психологические реакции являются следствием проявления индивидуальных особенностей работника в этом контуре обратной связи.

Эргономическое проектирование производственных систем направлено на оптимизацию производственной нагрузки работника, исключение эффектов расслабления и стимуляцию эффектов мобилизации. Не сниженное качество работы персонала повышает эффективность и результативность производственной системы и, таким образом, помимо оптимизации влияния человеческого фактора, вносит существенный вклад в достижение и других важных целей эргономического проектирования производственных систем.

При проектировании производственных систем человек должен рассматриваться как главный составной элемент и неотъемлемая часть разрабатываемой системы, включающей еще производственный процесс и рабочую среду.

Эргономические принципы следует применять уже на самых первых этапах проектирования как средство предупреждения потенциальных проблем, а не как средство решения проблем, выявленных по за-

вершении разработки проекта. Однако эргономику можно успешно применять при перепроектировании действующих систем с выявленными недоработками.

Таким образом, наиболее важные решения с далеко идущими последствиями принимаются на первых этапах процесса проектирования. Следовательно, и использование эргономики должно быть весьма интенсивным на этой стадии. Влияние эргономических принципов должно быть также существенным и на протяжении всего процесса проектирования. Однако степень их использования может варьироваться: при анализе требований к системе («формулирование целей») они играют принципиальную роль и затрагивают все аспекты проекта, если разработка всей системы выполнена («реализация, валидация и внедрение»), они являются инструментом тонкой корректировки системы. Достаточное внимание должно быть уделено применению эргономических принципов вплоть до самых последних этапов разработки для предотвращения недоработок, таких как возможные простои, высокая стоимость переделок, низкое качество разработки и недостаточное удобство работы. Работники должны быть вовлечены в проект, эффективно и результативно принимать участие в его разработке. При проектировании производственных систем совместная разработка необходима, чтобы исключать неоптимальные решения, поскольку практический опыт работников обеспечивает для этого эффективную базу знаний. Процесс проектирования должен, если это возможно, включать работников на протяжении всего процесса разработки.

Рекомендуется проектировать производственную систему, предполагая широкое разнообразие возможных типов (индивидуальные антропологические и прочие различия) будущих работников проектируемой производственной системы, чтобы учесть, насколько это возможно, производственные потребности всего будущего персонала, включая людей со специальными требованиями. В этом случае минимизируется необходимость возможной доработки проекта в дальнейшем.

Процесс проектирования производственной системы может состоять из следующих этапов:

- формулировки целей (анализ требований к системе) (см. 3.3);
- анализа и распределения функций (см. 3.4);
- концепции проекта (см. 3.5);
- детализации проекта (см. 3.6);
- выполнения, валидации и внедрения (см. 3.7);
- оценки (см. раздел 4).

Содержание этих этапов будет раскрыто в последующих разделах и подразделах.

3.2. Процесс проектирования производственной системы

Понятие «проектирование» относится к итеративному и структурированному процессу, состоящему из нескольких этапов, результатом которого является новый или доработанный проект. Наилучшим образом проектирование выполняет многодисциплинарная (многофункциональная) команда проектировщиков. Это утверждение справедливо для всех стадий проектирования. При проектировании осуществляются следующие виды деятельности: анализ, синтез, моделирование и оценка.

На каждой стадии проектирования необходимо учитывать взаимовлияние многочисленных факторов в производственной системе. Необходимо, например, принимать решения о распределении функций между персоналом и оборудованием, о дизайне интерфейсов, рассмотреть требования к обучению; все факторы влияют друг на друга, и степень этого влияния должна быть оценена проектировщиками, чтобы оценить альтернативы прежде, чем прийти к окончательному решению. Процесс оценивания подходящих альтернатив является итеративным и продолжается до тех пор, пока не будет накоплена достаточная для принятия решения информация в каждой области проектирования. Окончательно рассмотренную и расположенную в определенном порядке проектную информацию одной стадии используют на последующих стадиях проектирования. Должна быть уверенность, что устанавливаемые при проектировании методики и технологии смогут быть реализованы в новом разрабатываемом проекте производственной системы.

3.3. Формулировка целей (анализ требований)

В случае разработки нового проекта при анализе требований к системе следует учитывать информацию, касающуюся продукции и производительности производственного процесса совместно с информацией и ограничениями, относящимися к работникам, которые будут работать в проектируемой производственной системе. Если уже существуют идентичные или похожие системы, то это дает возможность получать из этого источника информацию о проблемах эргономики, возникающих в этих реальных системах; можно также получать информацию и из других имеющихся источников информации и исследований, проводимых в целях эргономического обеспечения. Соответствующие эргономические методики и технологии предполагают использование средств оценки производственных условий, например, наблюдения на рабочем месте, интервью и т. д.

После сбора и анализа такой информации должна быть создана программа работ, включающая данные о потребностях, требованиях,

спецификациях системы, относящихся как к деятельности, безопасности, здоровью, удобству работы персонала, так и к требуемым техническим характеристикам новой производственной системы. Каждый аспект, элемент или компонент (см. 3.6) системы, который может влиять на работу человека или системы, должен быть описан и в процессе функционирования, и при техническом обслуживании, и ремонте.

3.4. Анализ и распределение функций

Когда требования к новой системе определены, то первым шагом следующей стадии проектирования является установление функций, которые должны выполнять система для удовлетворения этих требований. Как только эти функции установлены, должны быть приняты решения относительно того, как их распределить между людьми и оборудованием. Это делается для обеспечения того, чтобы каждая функция выполнялась эффективно для успешного выполнения поставленных ранее перед производственной системой задач (см. 3.3).

Выработка решений по распределению функций обычно включает анализ возможностей и ограничений системы для обеспечения того, чтобы требования, учитывающие как человеческий фактор, так и технические составляющие проектируемой системы, были выполнены. В результате такого анализа и последующего распределения функций между рабочими или оборудованием должны быть созданы рабочие места и определены рабочие задания в такой форме, чтобы оказывать благотворное воздействие как на здоровье, удобство и безопасность персонала, так и на достижение требуемого уровня производительности.

Для решения таких задач применяют соответствующие эргономические методы и процедуры, такие как диаграммы, средства оценки, компьютерные модели человека и лабораторные испытания. Таким образом, распределение производственных функций должно приводить к размещению рабочих мест и рабочих заданий, которые определены в настоящем стандарте на основании эргономических принципов.

3.5. Концепция проекта

Как только выбор сделан, функции распределены между персоналом в соответствии с техническими решениями относительно функционирования оборудования, эти решения по распределению функций должны быть отображены в концепции проекта, которая четко выделяет и демонстрирует структуру производственной системы и взаимосвязи между образующими ее элементами. Каждая такая концепция должна разрабатываться в соответствии с человекоориентированным подходом к проектированию.

Для выполнения функций, закрепленных за рабочими, должны быть созданы соответствующие условия: определены производственные задания, выполняемые работы и соответственно этим функциям организовано производство. Разработка такого организационного обеспечения составляет основу той части проекта, которая относится к его человеческому компоненту.

Соответственно, для эффективного выполнения оборудованием присущих ему функций должны быть выбраны само оборудование, средства труда (включая программные средства), рабочие станции и создана комфортная рабочая среда. Это основа той части проекта, которая относится к его техническому компоненту.

Эргономические методы и методики, которые могут применяться для разработки концепции, включают: моделирование и методики анализа рабочих заданий, масштабированные модели и модели в натуральную величину, групповые обсуждения.

3.6. Детальный анализ

В настоящем подразделе приведены отдельные компоненты, составляющие совместно проектируемую производственную систему, для того, чтобы обеспечить лучшее понимание сферы деятельности и требования эргономического проектирования производственных систем.

При проектировании производственных систем рассматриваются следующие их компоненты:

- проектирование организации производства (см. 3.6.1);
- разработка рабочих заданий (см. 3.6.2);
- проектирование работ (см. 3.6.3);
- проектирование рабочей среды (см. 3.6.4);
- проектирование производственного оборудования, аппаратных и программных средств (см. 3.6.5);
- проектирование рабочего пространства и автоматизированных рабочих мест (см. 3.6.6).

Проектирование должно вестись с учетом взаимозависимости перечисленных компонентов. Состав приведенного списка компонентов не является обязательным для процесса проектирования. Обычно для получения оптимального решения в процессе проектирования требуется провести несколько итераций.

3.6.1. Проектирование организации производства

Отдельные виды деятельности и производственные системы оказывают влияние друг на друга. Рассмотрение такого влияния должно вестись в той мере, в какой различные производственные системы,

например компании, создают ограничения и оказывают давление на работу других систем. Необходимо принимать во внимание то воздействие, которое могут оказывать указанные факторы на организацию производства, на работу систем, а также и на самих рабочих.

При эргономическом проектировании следует учитывать те взаимосвязи между различными элементами производственной системы, которые оказывают воздействие на напряженное состояние человека. Многие факторы, описанные в 3.6.6, могут иметь значимое влияние на организацию производственной системы из отдельных производственных процессов.

Если воздействие указанных факторов приводит к нежелательным результатам на выходе системы, не соответствующим установленным требованиям, то должны быть найдены альтернативные конструкционные решения.

3.6.2. Разработка производственных заданий

Когда производится преобразование функций, распределенных между людьми, в рабочие задания, проектировщик должен достигать следующих целей:

- идентификации производственного опыта и возможностей рабочего коллектива;
- обеспечения использования персонала различных профессий, квалификации и возможностей;
- уверенности, что разработанные рабочие задания идентифицируются как целостные элементы работы, а не как ее отдельные фрагменты;
- уверенности, что разработанные рабочие задания дают значимый вклад в функционирование всей производственной системы, включающей людей;
- обеспечения людьми с соответствующим уровнем самостоятельности в установлении очередности, темпа и порядка действий;
- обеспечения достаточной обратной связи на необходимом вербальном уровне для выполнения рабочих заданий;
- обеспечения возможности повышения квалификации и овладения новыми профессиями для расширения возможностей выполнения рабочих заданий;
- исключения недогрузки или перегрузки рабочих, ведущей к излишнему и неумеренному рабочему напряжению, утомлению и ошибкам;
- исключения повторений, которые могут вести к несбалансированному рабочему напряжению, физическим расстройствам,

ощущению монотонности, пресыщения, скуки или к неудовлетворенности;

- исключения изолированности без предоставления социальных и производственных контактов.

3.6.3. Проектирование рабочих операций

Рабочие операции должны быть спроектированы таким образом, чтобы способствовать достижению целей производственной системы, в том числе достижению оптимальной общей рабочей нагрузки на работников коллектива проекта. Если из-за ограничений проекта индивидуальные рабочие задания не могут полностью удовлетворять требованиям 3.6.2, компенсация, результатом которой должен быть оптимальный уровень рабочей нагрузки, должна быть достигнута посредством соответствующего проектирования работы.

Результатом дисбаланса между рабочей нагрузкой и возможностями персонала проекта может быть недозагрузка или переагрузка персонала, а это приведет к понижению эффективности труда рабочего, чего мы должны избегать посредством соответствующего проектирования рабочих операций.

Общий уровень физической или умственной нагрузки зависит не только от факторов, рассмотренных в других подразделах, например в 3.6.2, но также и от сочетания индивидуальных рабочих заданий в общей работе, содержании и повторяемости рабочих операций и возможностей оператора по контролю над рабочим процессом.

Внимание, таким образом, должно быть направлено на достижение целей, представленных в 3.6.2 (проектирование рабочих заданий), те же цели относятся и к проектированию рабочих операций и, если эти цели не воплощены в адекватных технологических операциях, то рабочий процесс необходимо дополнить одним или несколькими нижеследующими методами, улучшающими качество процесса:

- достаточный перерыв, организованный или неорганизованный;
- смена деятельности, например, ротация рабочих операций на сборочном конвейере или внутри рабочей бригады;
- выполнение одним человеком (вместо нескольких) нескольких последовательных рабочих операций (расширение рабочих операций), относящихся к одному системному процессу, например выполнение нескольких операций процесса сборки;
- выполнение одним человеком (вместо нескольких) нескольких последовательных рабочих операций (обогащение рабочих операций), относящихся к различным системным процессам, например операций сборки, проверки качества и устранения дефектов.

3.6.4. Проектирование рабочей среды

Производственная среда должна быть спроектирована и должна поддерживаться таким образом, чтобы физические, химические, биологические и социальные условия не оказывали вредного воздействия на людей, а способствовали сохранению их здоровья, а также развитию их способностей и готовности выполнять стоящие перед ними задачи.

Для определения рабочих условий следует использовать, по мере возможностей, и объективные, и субъективные оценки. Внимание проектировщиков должно быть направлено как на то, чтобы окружающие условия оставались в установленных пределах для поддержания здоровья и хорошего самочувствия персонала, так и на влияние, которое оказывает проектируемая рабочая среда на безопасное и эффективное выполнение рабочих заданий. Например, высокий акустический фон может скрыть полезный акустический сигнал, тогда как подходящее освещение может улучшить качество визуального контроля. Рабочий, по возможности, должен быть способен влиять на окружающие условия (например, на освещение, температуру, вентиляцию).

Необходимо признать, что социальные, культурные и этнические факторы могут оказывать влияние на приемлемость проекта и организацию производства. Это влияние может быть весьма широким, включающим такие разнообразные вопросы, как, например, требования к рабочей одежде; материалы, используемые в рабочем процессе (для случая требований к происхождению животных на мясокомбинате); день и час проведения работы. Все эти вопросы должны быть приняты во внимание при проектировании производственной системы. Социальное и семейное положение также может оказывать влияние на безопасность и производительность. Например, обеспокоенность семейными проблемами может отвлекать внимание, вызывая предрасположенность рабочих к ошибкам.

Возможные пути улучшения включают проектирование рабочего пространства, минимизирующего потенциальные возможности ошибок персонала или, когда концентрация внимания очень важна, обеспечивающего дополнительной общественной поддержкой.

3.6.5. Проектирование рабочего оборудования, аппаратных и программных средств

Принимая во внимание тенденцию, разрабатывать рабочие задания во все большей мере интеллектуализированными, акцент должен быть сделан на интеллектуальные, а также физико-технические аспекты, относящиеся к оборудованию.

Как правило, для принятия решений интерфейс должен обеспечивать взаимодействие и обмен информацией между персоналом и оборудованием. Главными компонентами при этом являются дисплеи и средства управления. Ими могут быть обычные приборы или компоненты видеодисплейных терминалов. Интерфейс должен быть спроектирован с учетом многих человеческих характеристик:

- интерфейс должен обеспечивать адекватной информацией и для быстрого общего обзора, и для обеспечения детальной информацией о параметрах;
- те элементы интерфейса, которые должны быть в зоне досягаемости, должны быть спроектированы так, чтобы они были легко доступны и управляемы, а те, которые должны быть в зоне видимости, должны быть спроектированы так, чтобы за ними можно было бы легко наблюдать;
- все сигналы, дисплеи и средства управления должны подаваться и работать таким образом, чтобы, по возможности, уменьшать вероятность ошибок персонала;
- сигналы и дисплеи должны быть выбраны, спроектированы и размещены таким образом, чтобы быть совместимыми с характеристиками человеческого восприятия и выполняемыми заданиями;
- средства управления должны быть выбраны, спроектированы и размещены таким образом, чтобы быть совместимыми с характерными особенностями (в частности, телодвижений) той части персонала, которая проводит управление и выполняет задания. Требования к квалификации, аккуратности, скорости и физической силе также должны быть приняты во внимание;
- средства управления должны быть выбраны и размещены таким образом, чтобы быть совместимыми с имеющимися стереотипами персонала, динамикой управляемых процессов и их пространственной реализацией в производственной системе;
- средства управления должны быть расположены достаточно близко для корректного управления в том случае, когда воздействие оператора на эти средства происходит одновременно или является последовательным и быстрым. Однако они не должны быть расположены слишком близко из-за возникновения риска неосторожного неверного управляющего воздействия.

3.6.6. Проектирование рабочего пространства и рабочего места

3.6.6.1. Общие положения

Проект должен предусматривать как стабильность рабочих поз работников, так и их мобильность.

Люди должны быть обеспечены надежной, безопасной и стабильной производственной базой, являющейся источником физической энергии.

Проектирование рабочих мест должно включать в себя рассмотрение размеров человеческого тела, рабочих поз, мускульных усилий и движений. Например, необходимо достаточное пространство, чтобы обеспечивать выполнение рабочих заданий в удобной рабочей позе посредством эффективных движений, возможность вариаций рабочих поз и свободный доступ к оборудованию.

Рабочие позы не должны вызывать утомление, которое может возникать из-за продолжительного статического мускульного напряжения. Допустимы определенные варианты рабочих поз.

3.6.6.2. Размеры и положение человеческого тела

Основное внимание должно быть обращено на следующее:

- проект рабочего места должен учитывать любые ограничения, связанные с размерами человеческого тела предполагаемых работников, также при этом следует принимать во внимание особенности их рабочей одежды и других необходимых рабочих предметов;
- в случае производственного задания достаточной продолжительности рабочему должна быть предоставлена возможность выбора между сидячей и стоячей рабочими позами. Если же можно выбрать только одну из них, сидячая поза обычно оказывается более предпочтительной, однако стоячая рабочая поза может быть вынужденной вследствие необходимости выполнения требований технологического процесса. Для продолжительных заданий склоненная поза или поза на коленях должны быть исключены;
- если требуется значительное мускульное напряжение, то последовательность прилагаемых рабочим усилий должна быть краткой по времени и несложной в исполнении и это обеспечивается путем выбора подходящей рабочей позы и соответствующей опоры для тела. Такая ситуация характерна, в частности, для работ, требующих высокой точности движений.

3.6.6.3. Мускульное усилие

Основное внимание должно быть обращено на следующее:

- требования к мускульным усилиям должны быть совместимыми с возможностями рабочего и должны учитывать имеющиеся научные данные о соотношениях между мускульными усилиями, частотой их приложения, рабочей позой, утомлением и пр.;
- при проектировании рабочих операций должны быть исключены излишние и чрезмерные напряжения в мускулах, суставах, связках, дыхательной и кровеносной системах;

- возможности задействованных групп мышц должны быть таковы, чтобы воспроизвести необходимое усилие. Если требуемое усилие является чрезмерным, то в проектируемую производственную систему должны быть введены дополнительные источники энергии или в проектируемых рабочих операциях должно быть предусмотрено использование необходимой мускульной мощности.

3.6.6.4. Телодвижения

Основное внимание должно быть обращено на следующее:

- движения рабочего должны быть хорошо сбалансированы; телодвижения предпочтительнее длительной неподвижности;
- частота, скорость, направление, габариты тела или движения конечностей должны быть в анатомических или физиологических пределах;
- движения с высокой точностью не должны предполагать использование значительных мускульных усилий;
- выполнению и упорядочению движений помогает использование в процессе работы соответствующих направляющих приспособлений.

3.7. Реализация, внедрение и валидация

Термин «реализация» включает в себя разработку проекта производственной системы, изготовление или закупку оборудования, включенного в этот новый технический проект, и монтаж оборудования на производственных площадях. Это понятие включает также точную настройку этого оборудования, учитывающую конкретные производственные условия и особенности задействованного в производственной системе персонала.

Термин «внедрение» (ввод в действие) включает в себя тщательное ознакомление с новой производственной системой производственного персонала, в особенности будущих рабочих, включая обеспечение информацией и обучение в тех случаях, когда это необходимо. Должна быть определена ясная процедура перехода от прежней производственной системы к новой, включающая использование, при необходимости, дублирующей системы.

Документация, предназначенная для использования персоналом, должна быть доступна; инструкции и обучение рабочих способствуют обеспечению быстрого и уверенного перехода к новой системе.

Эргономические принципы должны использоваться на протяжении всего процесса проектирования как превентивное средство обеспечения удобства и безопасности труда для минимизации потребностей в обучении персонала. Для достижения максимальных, всех заложенных в каж-

дом новом проекте возможностей, обучение, достаточное и соответствующее потребностям ситуации, должно быть обеспечено и в действующей производственной системе.

Валидация должна подтвердить, что новая действующая производственная система работает так, как было запланировано проектом. Если разработанный проект достиг намеченных целей в части показателей производительности и эффективности работы, но действующая система оказывает вредное воздействие на здоровье рабочих и условия работы недостаточно комфортны и безопасны, то такая система должна быть спроектирована заново, как предписывается настоящим стандартом. Рабочие должны быть вовлечены и принимать участие в валидации производственной системы. Весьма важно, чтобы валидируемую производственную систему с самого начала процесса разработки проекта проектировали с учетом требований эргономики. Если в процессе валидации устанавливается, что производственная система удовлетворяет заданным критериям эффективности в ущерб здоровью, комфорту и безопасности работников, то такая система не соответствует требованиям настоящего стандарта.

4. Оценка проекта

Эргономика, применяемая должным образом, оптимизирует эффективность и результативность производственной системы без ущерба здоровью рабочих, включенных в эту систему, их комфорту и безопасности.

Как дополнение к оценке системы в процессе разработки, полезна общая оценка проекта производственной системы для того, чтобы получить полное представление о результатах проекта и извлечь из этого полезную информацию путем сравнения запланированного выхода в начале разработки проекта с фактическим результатом. Необходимо также продолжать мониторинг результативности системы, чтобы предотвратить от длительного ухудшения производительности и здоровья пользователей. Общую оценку следует проводить при стабильном производственном процессе.

Оценка должна учитывать эргономические характеристики рабочего процесса для того, чтобы создать благоприятную рабочую обстановку для длительного эффективного труда рабочих.

Многие разнообразные характеристики системы, относящиеся к результативности процессов, показателям состояния здоровья, уровню комфортности и безопасности работы, формируются на основе проводимых измерений и критериев качества, с помощью которых проект системы должен быть оценен и одобрен как пригодный.

Оценочные измерения делятся на три категории, и каждая категория имеет несколько областей измерений. Эти три категории могут быть структурированы следующим образом.

Для оценки качества технических компонентов производственной системы концепция исследования эргономической пригодности [3] обеспечивает подходящую информационную структуру, так как концепция эргономической пригодности предполагает использование всех трех категорий данных оценочных измерений.

Модели анализа затрат и результатов могут быть использованы для полуколичественной оценки эффективности нового проекта, например, стоимость может быть уменьшена с помощью понижения средних показателей потерь от невыхода на работу по болезни, производственных потерь или затрат на ремонт. Благоприятная производственная среда может иметь много позитивных эффектов, влияющих на стоимостные выгоды.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ГРАФИЧЕСКИЕ ФРАГМЕНТЫ СТУДЕНЧЕСКИХ РАБОТ

Антропометрический обмер руки

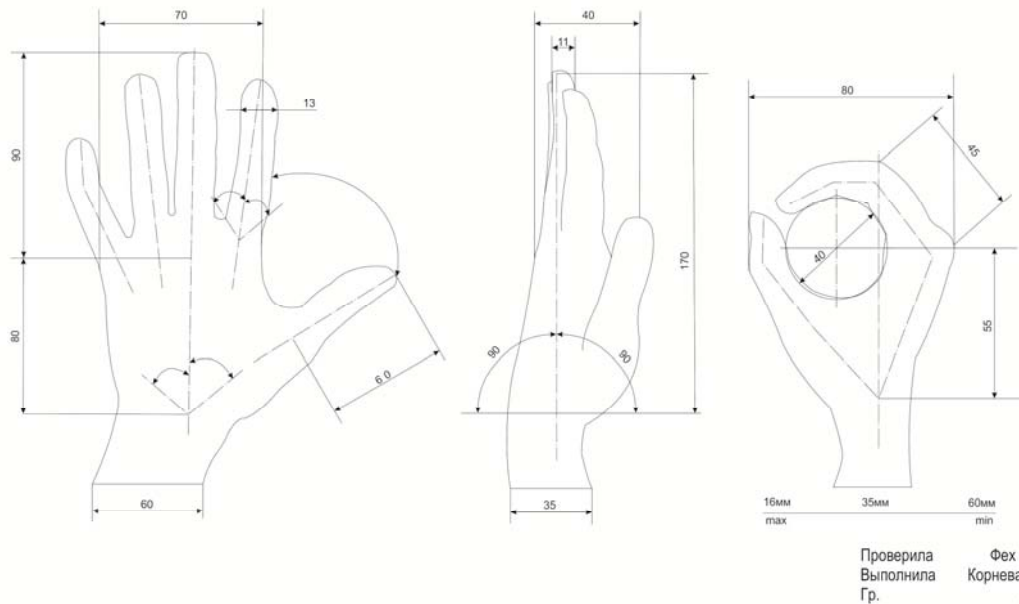


Рис. 1. Антропометрический обмер руки

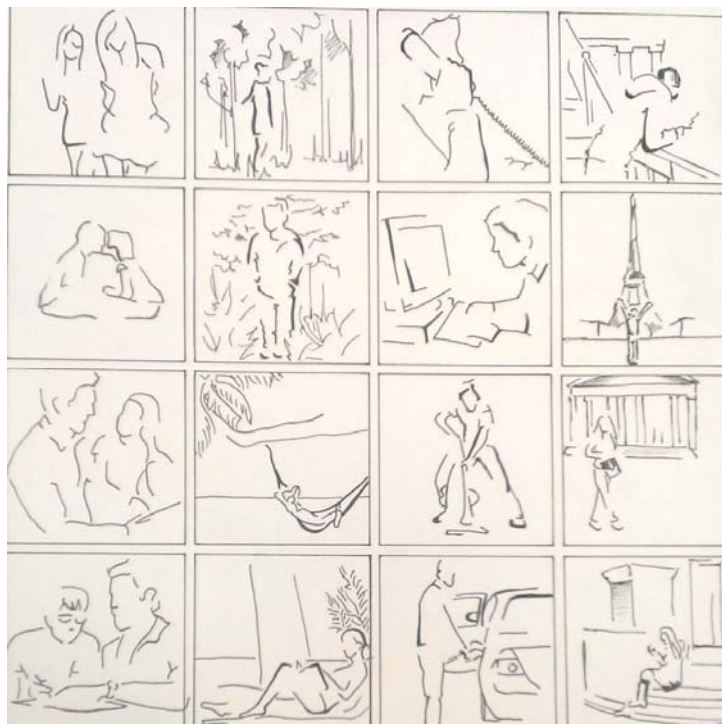


Рис. 2. Творческое задание «Стили»

Анализ эргономических свойств универсального зонта

Признаки неэргономичности предмета:

- Неудобная ручка, несоответствующая эргономическим свойствам.
- Непрочный материал ручки и купола.
- Неудобно расположенная кнопка закрытия и открытия зонта.
- Слишком большой или маленький диаметр купола. Стандартный диаметр 96-102 см.
- Непрочный каркас зонта, на ветру выворачивается.



Неэргономичный зонт (полуавтомат)



Правильная высота ручки



Диаметр ручки зонта

а

Электрический чайник с индикатором уровня воды



В данной модели электрического чайника присутствуют некоторые недостатки:

1. Индикатор уровня воды находится под ручкой чайника. Если взяться за ручку, индикатор не виден вовсе, что чаще всего заметно при наливке воды. Чтобы разглядеть уровень воды необходимо разогнуть кисть руки во внешнюю сторону, что особенно сложно выполнить при наполненном чайнике;
2. Диаметр отверстия под крышкой составляет 95мм, средняя ширина кисти мужской руки - 89мм. Если учесть, что часть отверстия перекрыта другими элементами крепления крышки, очистка внутренней поверхности изделия становится затруднительной.



Диаметр отверстия под крышкой



Выполнила: Штремель А. А.
Группа 8Д21
Проверила: Фех А. И.

б

Рис. 3. Творческое задание
«Анализ эргономических свойств предметов быта»:
а – универсального зонта, б – электрического чайника

Анализ эргономических свойств предмета. Кружка.



Рис.1



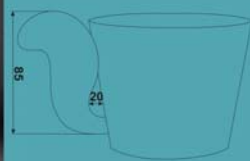
Данные кружки из белой керамики емкостью 300 мл. являются не эргономичными в соответствии с антропометрическими данными замера руки.

На рис.1 ручка в форме шара диаметром 3 см, которая расположена в нижней части кружки. Форма и размеры ручки не эргономичны, кружка может легко упасть из руки.

На рис.2 кружка имеет фигурную ручку высотой 10 см. Она неудобна, так как отверстие для пальцев недостаточно большое.



Рис.2



Эти кружки могут использоваться как объекты искусства.

Рассмотренные формы ручек являются дополнением к рельефному декору на кружках, но не предназначены для выполнения функций предмета.

Выполнила: Федоткина А.И., 8Д21
Проверила: Фех А.И.

а

Анализ эргономических свойств предмета



● Прародители современных ножниц



- Пластиковые рукоядки не позволяют долго держать ножницы в руках, так как при резке они натирают пальцы
- Рукоядка достаточно тонкая и при резке легко выскальзывает из рук
- Не каждый сможет воспользоваться данными ножницами, например: взрослый мужчина с крупными руками и пальцами или ребенок, у которого небольшие руки и тонкие пальчики.
- В каждом предмете важно удобство, иначе не имеет смысла пользоваться им.

Выполнила: Плахова Д. К. гр. 8Д21
Проверила: Фех А. И.

б

Рис. 4. Творческое задание
«Анализ эргономических свойств предметов быта»:
а – керамических кружек, б – ножниц



Рис. 5. Проектное предложение упаковки для конфет



Рис. 6. Элементы развертки упаковки для конфет «Череп»

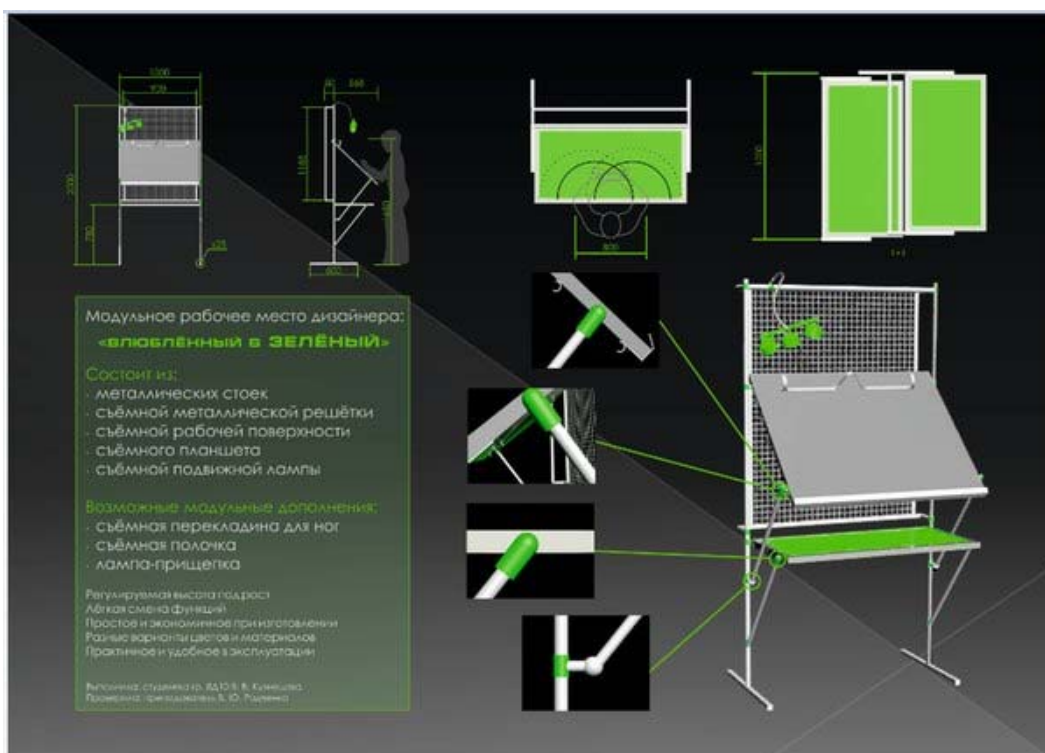


Рис. 7. Проектное предложение рабочего места дизайнера

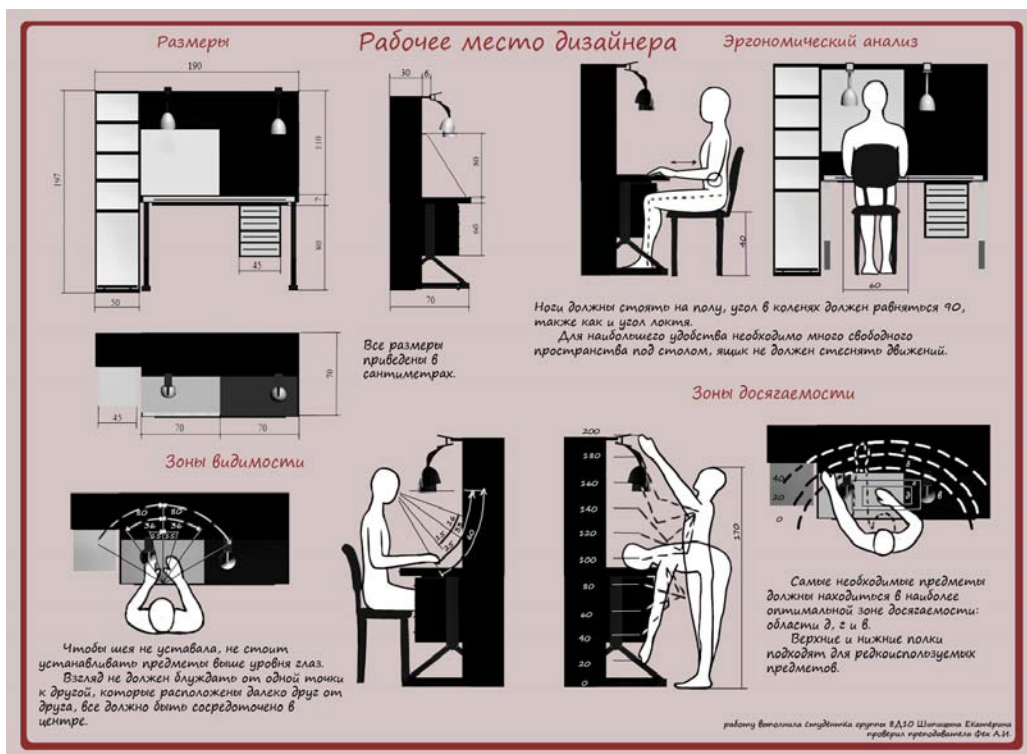
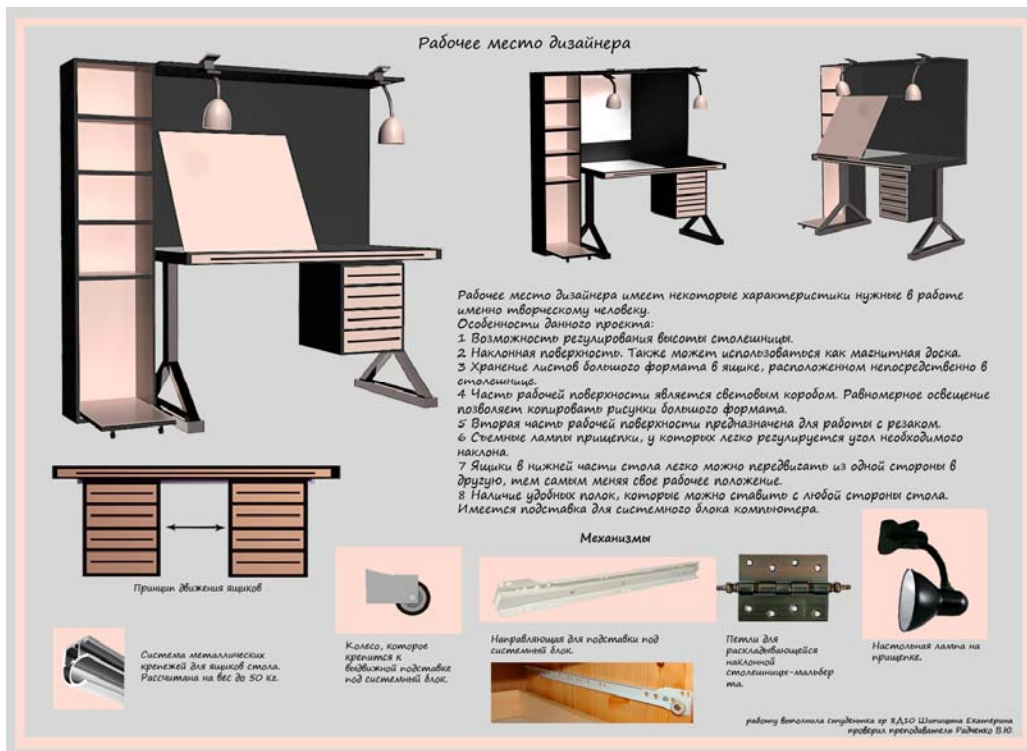


Рис. 8. Проектное предложение рабочего места дизайнера

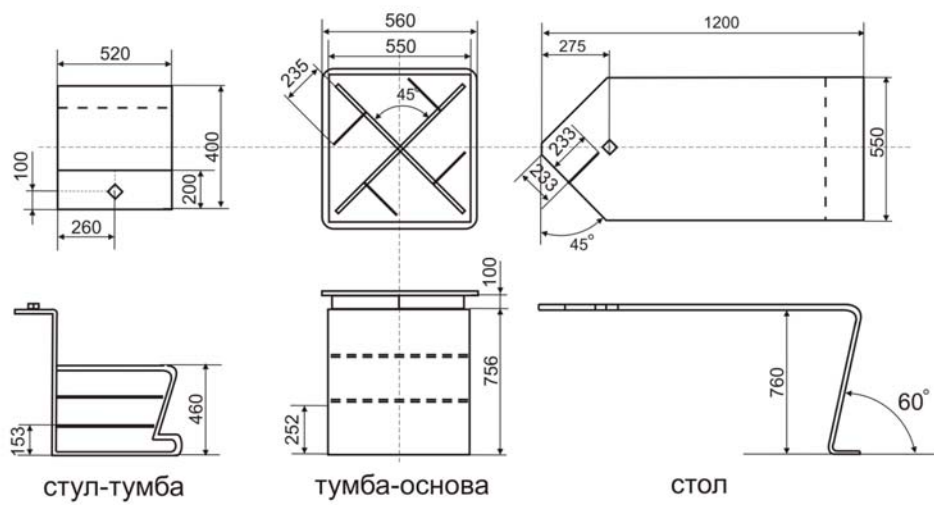
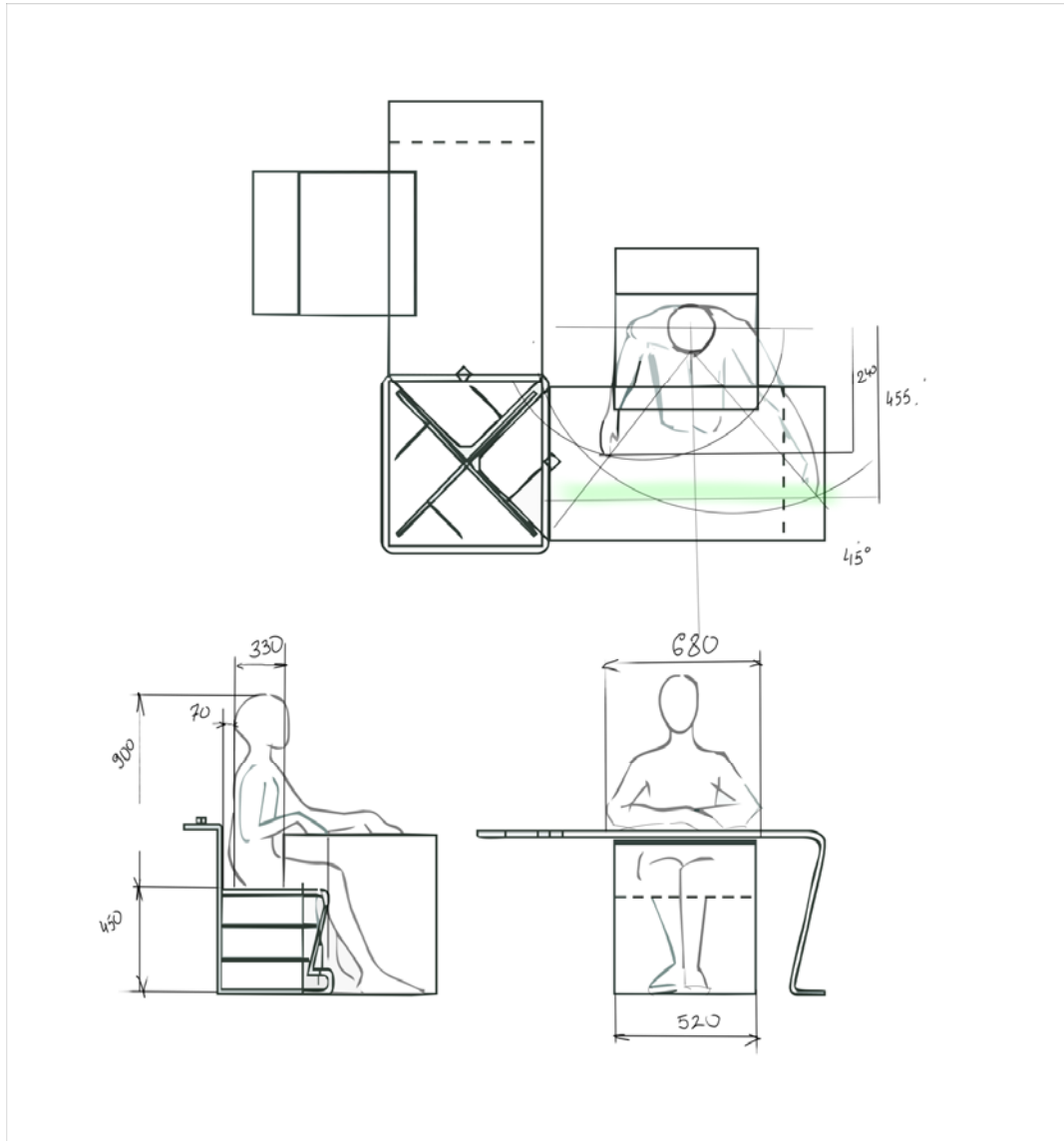


Рис. 9. Организация рабочего места дизайнера

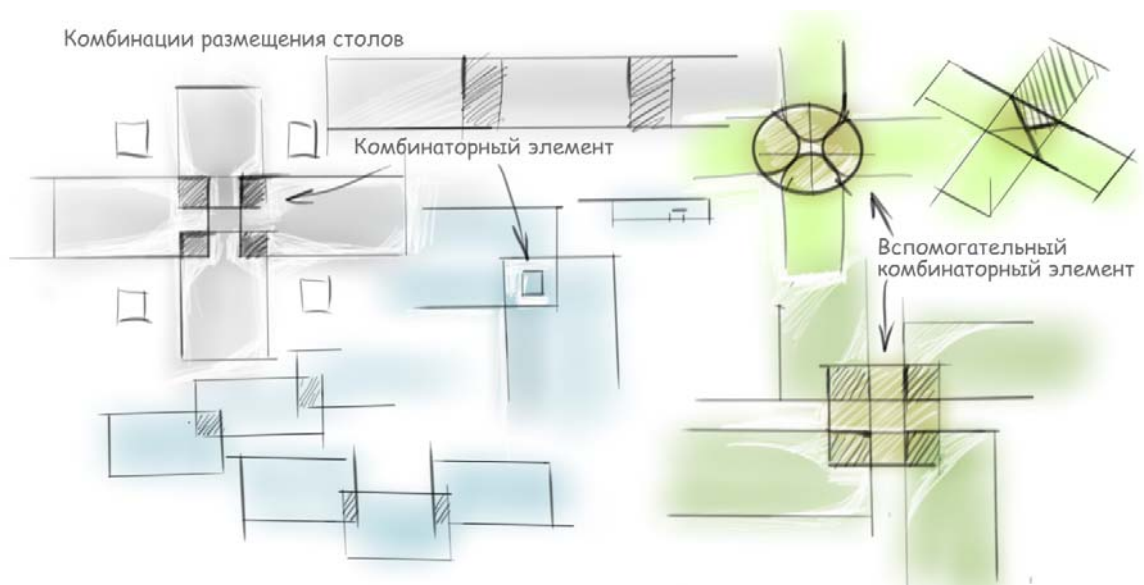
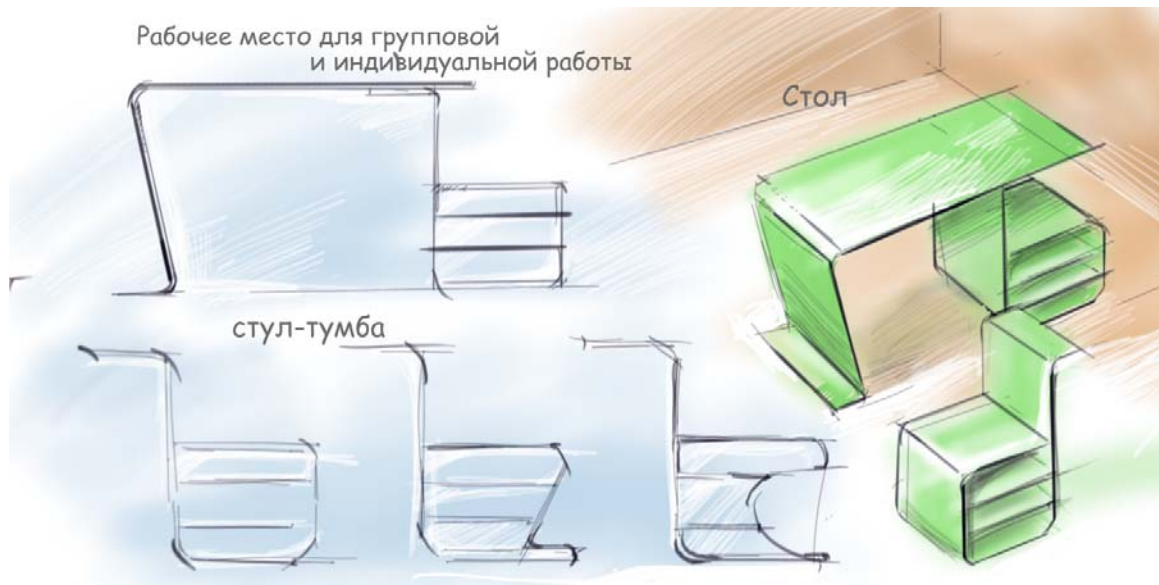


Рис. 10. Организация рабочего места дизайнера



Рис. 11. Проектное предложение рабочего места дизайнера

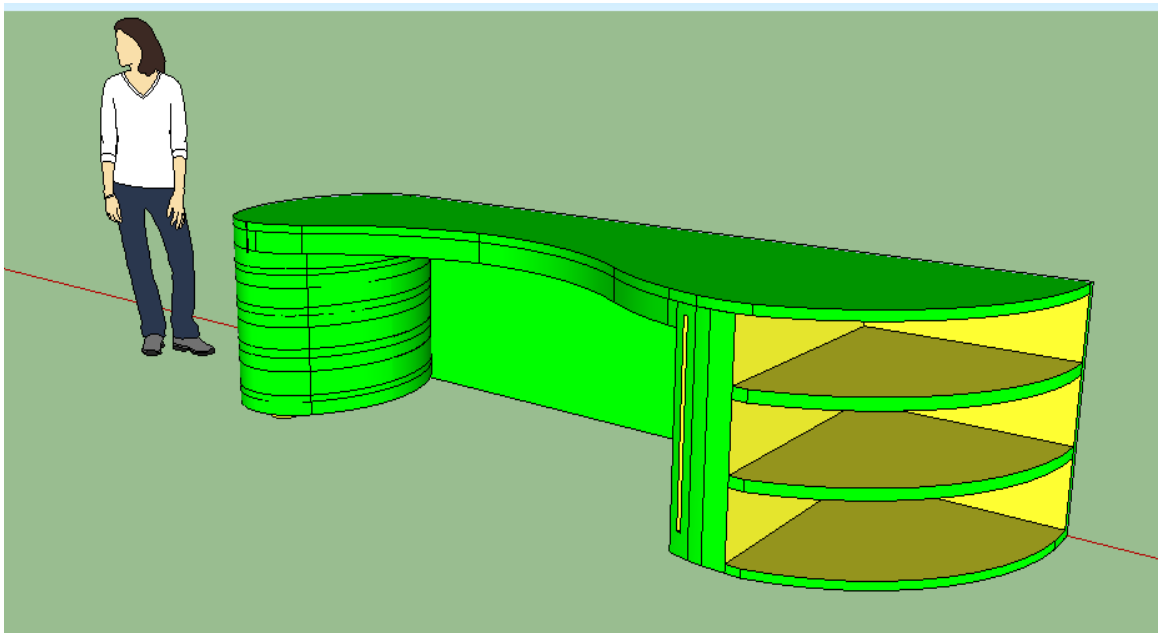
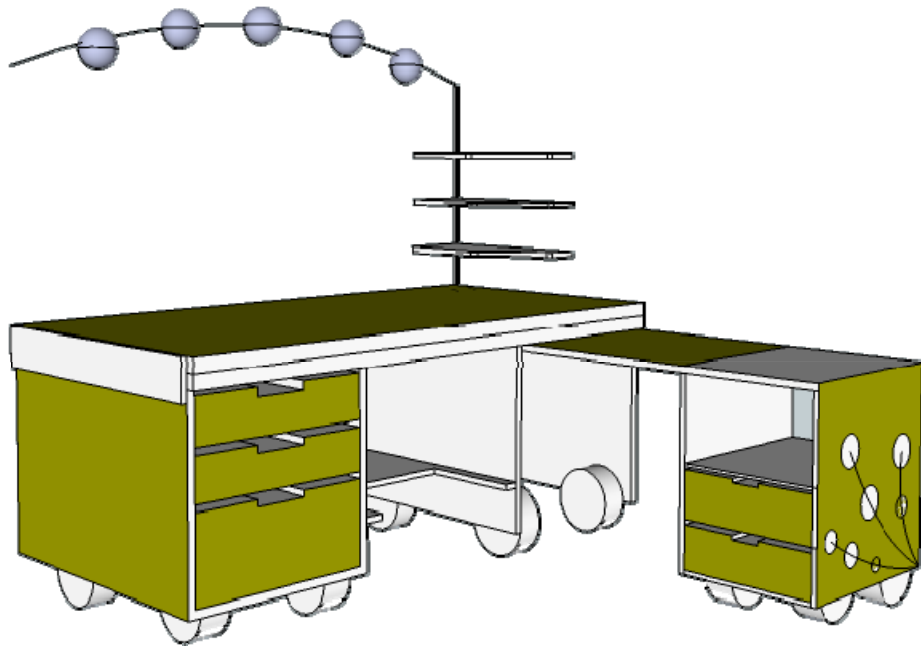


Рис. 12. Проектное предложение рабочего места дизайнера



Трансформация рабочего места

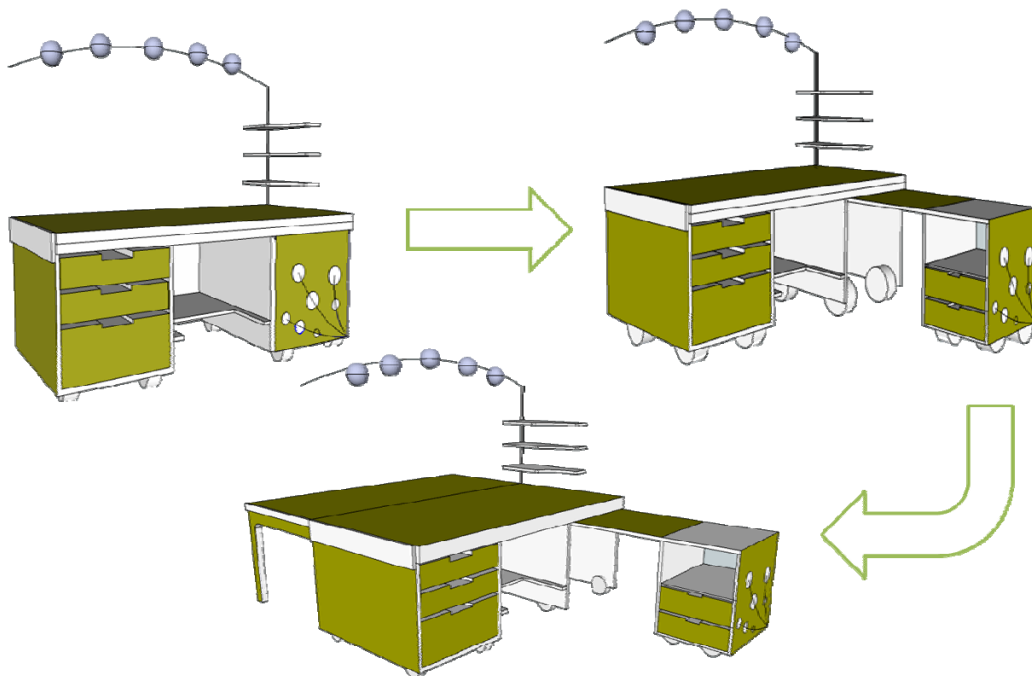


Рис. 13. Проектное предложение рабочего места дизайнера

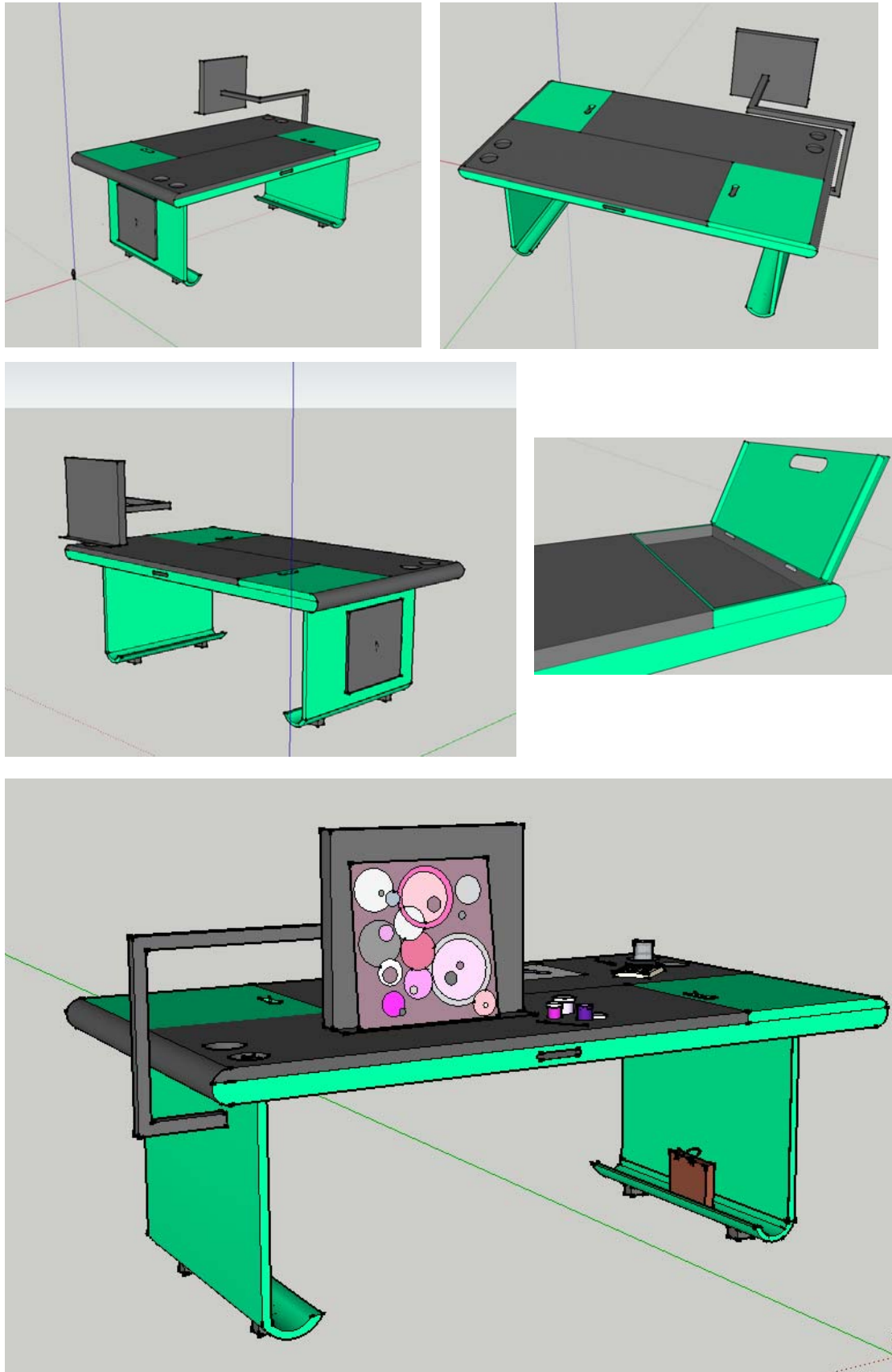


Рис. 14. Проектное предложение рабочего места дизайнера

ВЫПОЛНИЛА СТУДЕНКА ГР. 8Д00
КАПУСТИНА АННА

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДИЗАЙН. ДОСТУПНАЯ СРЕДА.

НАПРАВЛЯЮЩИЕ
ЗНАКИ



ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ
МАРШРУТ

НАПРАВЛЕНИЕ
ОСНОВНОГО
ДВИЖЕНИЯ

ЗНАК – ЭТО СИСТЕМА, СОСТОЯЩАЯ ИЗ ТОГО, ЧТО ОЗНАЧИВАЕТСЯ (ОЗНАЧАЮЩЕЕ) И ТОГО, ЧТО ЗНАЧИТ (ОЗНАЧАЕМОЕ). БЕЗОШИБОЧНОЕ ДВИЖЕНИЕ В ВЕРНОМ НАПРАВЛЕНИИ, ЧУВСТВО УВЕРЕННОСТИ И СОСРЕДОТОЧЕННОСТИ. ЗНАКИ И УКАЗАТЕЛИ, НЕ СОДЕРЖАЩИЕ ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ, ВНУТРИ ЗДАНИЙ ДОЛЖНЫ БЫТЬ РАЗМЕЩЕНЫ НА ВЫСОТЕ НЕ БОЛЕЕ 2,5 м ПО ПУТЯМ ДВИЖЕНИЯ ИНВАЛИДОВ.

ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИЕ
ЗНАКИ

НУЖНЫЕ ДВЕРИ
(ДОСТУПНАЯ
СРЕДА)



ВЫХОД

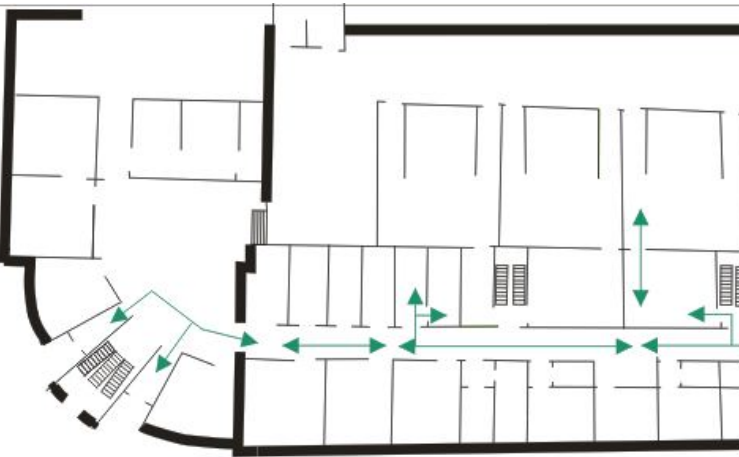
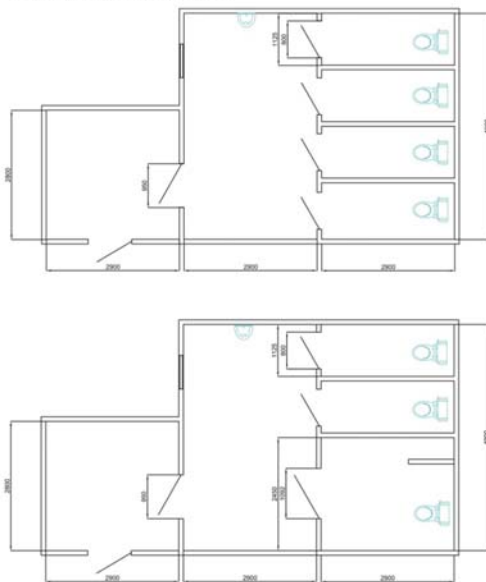


Рис. 15. Фрагмент проектной работы «Доступная среда»

Санузел для людей с ограниченными физическими

ТПУ 10 корпус, санузел 1 этаж



Выполнили: Топоркова Антонина
Кравченко Михаил ТПУ гр. 8Д00



Рис. 16. Вариант организации санузла для людей с ограниченными физическими возможностями

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: учебник для вузов / В.М. Мунипов, В.П. Зинченко. – М.: Логос, 2001. – 356 с.
2. Эргономика в дизайне среды: учеб. пособие / В.Ф. Рунге, Ю.П. Манусевич. – М.: «Архитектура – С», 2009. – 328 с.: ил.
3. Автомобили и тракторы. Основы эргономики и дизайна: учебник для студентов вузов / И.С. Степанов, А.Н. Евграфов, А.Л. Карунин, В.В. Ломакин, В.М. Шарипов. – 2002.
4. Психология труда, профессиональной, информационной и организационной деятельности / Б.А. Душков, А.В. Королев, Б.А. Смирнов. – Академический Проект, Фонд «Мир», 2005.
5. http://bgd.alpud.ru/_private/ERGONOM/Pract_erg/V_5_pract_erg.htm
6. <http://kgmtu.edu.ua/jspui/bitstream>
7. http://window.edu.ru/resource/784/78784/files/mami_auto65.pdf
8. http://knowledge.allbest.ru/life/3c0a65625b3ad68b5c53b89421206d36_0.html
9. <http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib>
10. http://simst.bsu.by/students/guidance_files/e35b37e81b1cfb577baeabd6a68644a9.pdf
11. <http://rosdesign.com/design/ergoofdesign.htm>
12. <http://www.5ka.ru/102/1306/1.html>
13. <http://log-in.ru/articles/zolotoe-sechenie//>
14. <http://lib.znate.ru/docs/index-204945.html?page=5>
15. <http://netnotes.narod.ru/math/gold6.html>
16. <http://dlib.rsl.ru>
17. <http://sga-help.ru>
18. <http://kurs.znate.ru/docs/index-126695.html?page=4>

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 3 |
| 1. ОСНОВЫ ЭРГНОМИКИ | 4 |
| 1.1. Предпосылки возникновения эргономики | 4 |
| 1.2. Термин «эргономика» | 7 |
| 1.3. Микроэргономика и макроэргономика | 8 |
| 1.4. Объект, предмет, цели, задачи эргономики | 8 |
| 2. МЕТОДЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЭРГНОМИКИ | 12 |
| 2.1. Классификация эргономических методов | 12 |
| 2.2. Методы получения исходной информации для описания деятельности человека | 15 |
| 3. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АНТРОПОМЕТРИИ | 18 |
| 3.1. Витрувианский человек | 18 |
| 3.2. Золотое сечение Леонардо да Винчи | 20 |
| 3.3. Модуль Ле Корбюзье | 28 |
| 3.4. Антропометрические основы проектирования | 30 |
| 3.5. Антропометрия. Наука о размерах тела | 32 |
| 3.6. Перцентиль | 34 |
| 3.7. Антропометрические данные | 37 |
| 3.8. Статические антропометрические признаки | 43 |
| 3.9. Динамические антропометрические признаки | 43 |
| 3.10. Временные характеристики | 45 |
| 3.11. Зоны видимости | 47 |
| 3.12. Моторное пространство. Зоны досягаемости | 49 |
| 3.13. Усилия | 50 |
| 4. ПРАВИЛА УЧЕТА АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ РАСЧЕТЕ ЭРГНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ МЕСТ | 53 |
| 4.1. Рабочее пространство, рабочее место и рабочая задача | 53 |
| 4.2. Рабочие положения и позы | 53 |
| 4.3. Рабочая поверхность | 54 |
| 4.4. Расчет эргономических параметров рабочего места | 54 |

| | |
|---|-----|
| 4.5. Базы отсчета для измерения параметров рабочих мест | 58 |
| 4.6. Классификация рабочих мест | 61 |
| 5. ЭРГОНОМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА | 65 |
| 5.1. Место оператора в эргономической системе | 66 |
| 5.2. Этапы операторской деятельности | 67 |
| 5.3. Роль анализаторов в операторской деятельности | 68 |
| 5.4. Зрительный, слуховой, тактильный (осязательный) анализаторы | 69 |
| 5.5. Характеристики анализатора | 72 |
| 5.6. Взаимодействие анализаторов | 73 |
| 5.7. Выбор канала восприятия в зависимости от вида информации | 74 |
| 5.8. Средство отображения информации | 77 |
| 5.9. Органы управления | 79 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 87 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ | 88 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | 116 |

Учебное издание

ЭРГНОМИКА

Учебное пособие

Составитель
ФЕХ Алина Ильдаровна

Научный редактор
кандидат технических наук, доцент О.А. Куликова


Корректурa *В.Ю. Пановица*
Компьютерная верстка *К.С. Чечельницкая*
Дизайн обложки *С.В. Романова*

Подписано к печати 31.03.2014. Формат 60×84/16. Бумага «Снегурочка».
Печать XEROX. Усл. печ. л. 6,92. Уч.-изд. л. 6,26.
Заказ 267-14. Тираж 100 экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Издательства Томского политехнического университета
сертифицирована в соответствии с требованиями ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  тпу. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru