

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»
Кафедра дизайна

А.А. Герасимов

ЭРГОНОМИКА

Методические рекомендации

*Витебск
ВГУ имени П.М. Машерова
2025*

УДК 7.012(076.5)
ББК 85.128я73+30.18я73
Г37

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет П.М. Машерова». Протокол № 2 от 30.12.2024.

Автор: доцент кафедры дизайна ВГУ имени П.М. Машерова, магистр педагогики **А.А. Герасимов**

Р е ц е н з е н т :
заведующий кафедрой «Дизайн и мода» УО «ВГТУ»,
кандидат технических наук, доцент *Н.А. Абрамович*

Герасимов, А.А.
Г37 **Эргономика : методические рекомендации / А.А. Герасимов. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2025. – 43 с.**

Данное издание рекомендовано для студентов, обучающихся по специальности «Дизайн предметно-пространственной среды» (подготовлено в соответствии с типовой учебной программой). Его цель – помочь студентам развивать у них простейшие навыки функционально-пространственного анализа, преобразующие эти навыки в комплексный системный подход, детально учитывающий потребности и возможности человека в различных аспектах его жизнедеятельности.

УДК 7.012(076.5)
ББК 85.128я73+30.18я73

© Герасимов А.А., 2025
© ВГУ имени П.М. Машерова, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Теоретический раздел	5
Лекция 1. Антропометрические требования в эргономике	5
Лекция 2. Эргономический расчет параметров рабочего места	10
2.1. Базы отсчета и расчет параметров рабочего места	14
2.2. Средства оснащения и параметры рабочего места	23
2.3. Методы эргономических исследований	24
Практический раздел	33
Практическое задание 1. Соматографический анализ рабочего места дизайнера-проектировщика	33
Практическое задание 2. Соматографический анализ барной стойки для кафе	37
Литература	41

ВВЕДЕНИЕ

Творческий процесс проектирования предметно-пространственной среды основывается на решении, с одной стороны, эмоционально-образных задач, а с другой – решении утилитарно-конструктивных задач. К ключевым факторам, определяющим характеристики среды, ее оборудование и предметное наполнение, относятся, в первую очередь, показатели, связанные с «человеческим фактором». Роль этих факторов тем весомее, чем сложнее объемно-планировочное решение объекта проектирования.

Проектируя среду, в которой человек живет, работает и отдыхает, нельзя забывать о таких понятиях, как эффективность, удобство, комфорт, безопасность и т.п.

Изучение эргономики, освоение методики учета человеческих факторов при дизайн-проектировании среды, ее оборудования и предметного наполнения – необходимая составляющая цикла подготовки по специальности «Дизайн (предметно-пространственной среды)».

Цель курса: комплексное изучение проблем взаимодействия человека и современных технических средств в определенной предметно-пространственной среде в процессе достижения цели деятельности.

Задачи:

1. Освоить теоретические и практические основы эргономики.
2. Изучить методы использования антропометрических характеристик в процессе проектной деятельности.
3. Ознакомить с системой стандартизации эргономических характеристик всех компонентов системы «человек–машина–среда».
4. Освоить практические навыки, требуемые для проведения эргономического обеспечения дизайнерского проектирования.

Поставленные задачи решаются посредством специальных упражнений, которые объединены в 2 основных блока (матрицы), включающих соматографический анализ рабочего места дизайнера-проектировщика и соматографический анализ барной стойки для кафе.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

ЛЕКЦИЯ 1

АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ В ЭРГНОМИКЕ

Антропометрия – составная часть антропологии (науки о происхождении и эволюции человека); она является системой измерений человеческого тела и его частей, морфологических и функциональных признаков тела.

Антропометрические характеристики человека служат основой при нормировании функциональных параметров предметно-пространственной среды, создании ее объемно-пространственных структур.

Антропометрия (от греч. *antropos* – человек и ...метрия) – составная часть антропологии (науки о происхождении и эволюции человека); является системой измерений человеческого тела и его частей, морфологических и функциональных признаков тела.

Различают классические и эргономические антропометрические признаки. Первые используются при изучении пропорций тела, возрастной морфологии, для сравнения морфологических характеристик различных групп населения, а вторые – при проектировании изделий и организации труда (рис. 1).

Эргономические антропометрические признаки делятся на статические и динамические. Статические признаки определяются при неизменном положении человека. Они включают размеры отдельных частей тела, а также габаритные, т.е. наибольшие, размеры в разных положениях и позах человека. Эти размеры используются при проектировании изделий, определении минимальных проходов и т.п.

Динамические антропометрические признаки – это размеры, измеряемые при перемещении тела в пространстве. Они характеризуются угловыми и линейными перемещениями (углы вращения в суставах, угол поворота головы, линейные измерения длины руки при ее перемещении вверх, в сторону и т.д.) Эти признаки используются при определении угла поворота рукояток, педалей, определении зоны видимости и т.п.

Числовые значения антропометрических данных чаще всего представляют в виде таблиц, в которых приводятся среднее арифметическое значение признака M , среднее квадратичное отклонение s и значения признака, соответствующие 5-му и 95-му перцентилям.

Перцентиль – это сотая доля объема измеренной совокупности, выраженная в процентах, которой соответствует определенное значение признака.

Площадь, ограниченная кривой нормального распределения значений признака, делится на 100 равных частей, или перцентилей, каждый из которых имеет свой порядковый номер. Так, 5-й перцентиль ограничивает слева на кривой нормального распределения 5% численности людей с наименьшими значениями признака, 95-й перцентиль – 5% справа –

численность людей с наибольшим значением признака, а 50-й соответствует среднему арифметическому значению признака М. Числовые значения антропометрического признака, соответствующие верхней или нижней его границе, называются пороговыми. Они являются антропометрическими критериями при расчете параметров рабочих мест на основе метода перцентилей.

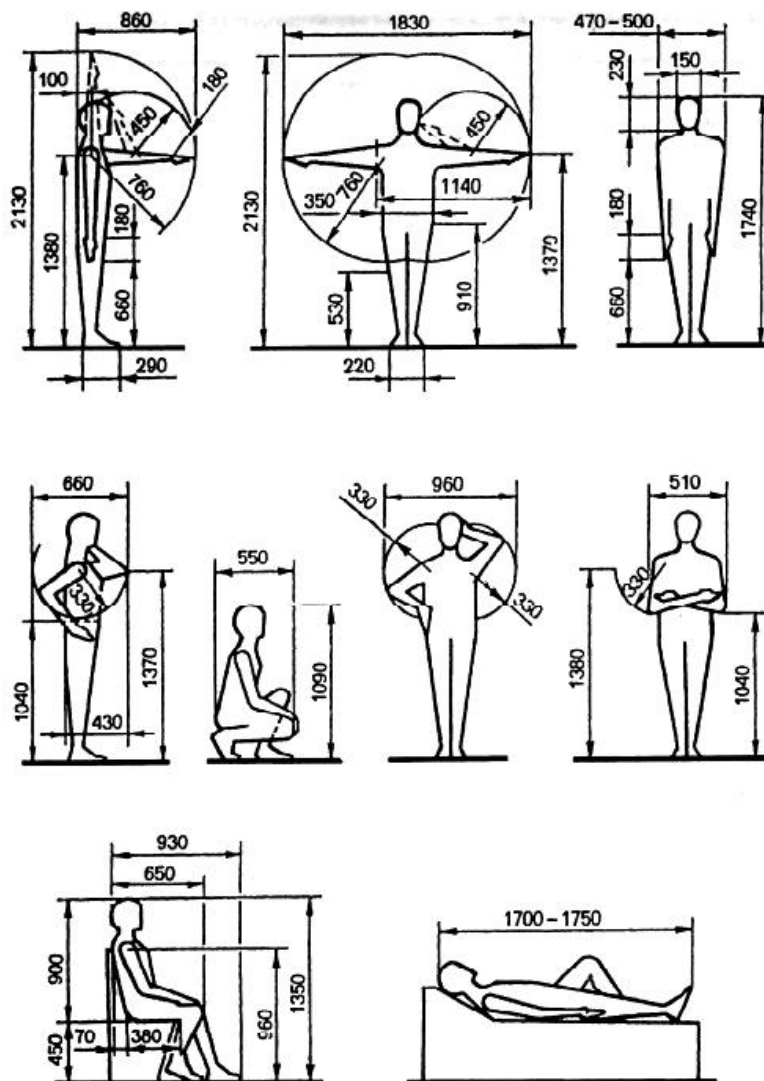


Рис.1 – Основные размеры тела взрослого человека (усредненные значения)

Систему перцентилей используют для определения необходимых границ, минимальных и максимальных значений антропометрических признаков. Зная М и о, можно установить значения признаков, которые соответствуют границам заданного интервала (рис. 2).

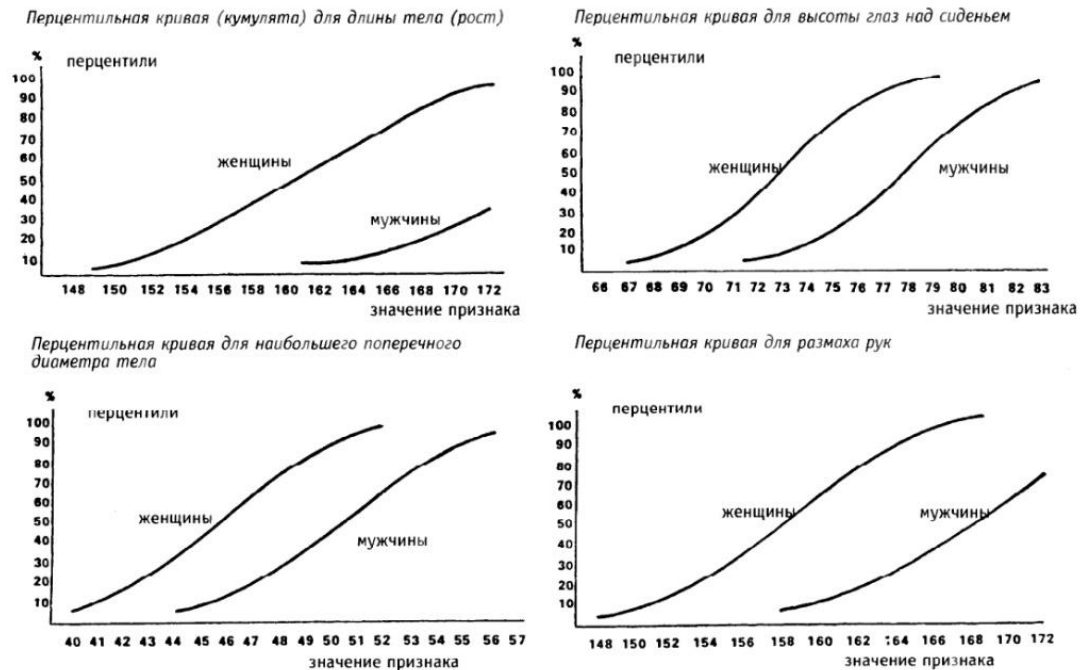


Рис. 2 – Примеры перцентильных кривых (кумулят) для ряда параметров человеческого тела.

Числовые значения антропометрических признаков, соответствующие другим перцентильям, находятся двумя путями:

- 1) по формуле: $A = M + a K$, где
 A – искомое числовое значение антропометрического признака;
 M – среднее арифметическое значение признака;
 σ – среднее квадратичное отклонение;
 K – коэффициент, который находят по стандартным таблицам площадей кривой нормального распределения (характеризует степень изменчивости признака);
 - 2) по перцентильным кривым (кумулятам) распределения. По оси x откладывается значение признака, по оси y – перцентили.
- Необходимо помнить, что наибольшие различия в размерах тела – индивидуальные (внутригрупповые), а затем межгрупповые (половые, возрастные, этнические).

При расчете параметров рабочих мест необходимо предусматривать возможность комфортной деятельности для основной массы людей, размеры которых находятся в границах от 5 до 95 перцентиль, а не проектировать, ориентируясь только на 50-й перцентиль, который соответствует размерам тела в покое.

При проектировании изделий, оборудования, организации интерьеров и рабочих мест необходимо помнить, что удобство их эксплуатации должно обеспечиваться для 90% работающих или отдыхающих. Поэтому в практике проектирования чаще используют значения антропометрических признаков, соответствующих 5-му и 95-му перцентильям, а также 50-му.

Например, если необходимо определить высоту или ширину прохода, высоту пространства под крышкой стола (для размещения ног сидящего), то надо принимать значения соответствующих признаков, равные 95-му перцентилю, а при определении высоты сиденья – значения, соответствующие 50-му перцентилю. В таком случае габаритные размеры пространства или изделия будут удовлетворять максимальное количество людей.

Антропометрические признаки определяются с учетом возрастных, половых, территориальных и других факторов, так как они существенно от них зависят. При использовании числовых значений антропометрических признаков следует учитывать их особенности, обусловленные полом, возрастом и этнической принадлежностью. Наиболее ярко выражены различия по половому признаку (табл. 1).

Таблица 1 – Антропометрические различия, обусловленные половым признаком

Признаки	Различия, см	
	мужчины	женщины
Продольные в положении стоя (высота точек над полом)	> на 7–12	> на 2–4
Продольные в положении сидя (высота точек над сиденьем)	> на 3–6	
Поперечные, передне-задние и периметровые (верхняя часть тела)	> на 1–3	
Поперечные, передне-задние и периметровые (таза и	> на 7–15	
	> на 16–19	

Эти различия велики как в положении сидя, так и стоя.

Возрастные различия антропометрических признаков выражены нерезко.

У молодых людей (20–30 лет) все продольные размеры на 5 см больше.

У лиц старшего возраста (30–50 лет) поперечные, передне-задние и охватные размеры больше на 5 см.

Наибольшие половые, этнические и возрастные различия наблюдаются в продольных размерах в положении стоя. В положении сидя эти размеры уменьшаются или вовсе исчезают, т.к. в положение стоя входит сильно варьирующийся признак длины ноги, во втором случае – длина туловища – признак слабо варьирующийся, мало изменившийся в процессе акселерации.

Так, расчет минимального свободного пространства для размещения тела человека должен ориентироваться на антропометрические данные

людей с наибольшими продольными, поперечными и передне-задними размерами тела. А расчет части рабочего пространства, связанного с достигаемостью, должен проводиться на основе антропометрических данных людей, характеризующихся наименьшими продольными, поперечными и передне-задними размерами тела. При измерении эргономических антропометрических признаков пользуются базами отсчета, в качестве которых используются следующие ограничительные плоскости: в положении стоя:

- плоскость пола (для измерения высот точек над полом);
- вертикальная стенка стенда для измерения поперечных и передне-задних размеров тела; в положении сидя:

- плоскость пола;
- плоскость сиденья;
- спинка сиденья, перпендикулярная заднему краю сиденья.

Нулевые точки отсчета расположены в неподвижных плоскостях (пола, края оборудования и т.п.) (рис. 3).

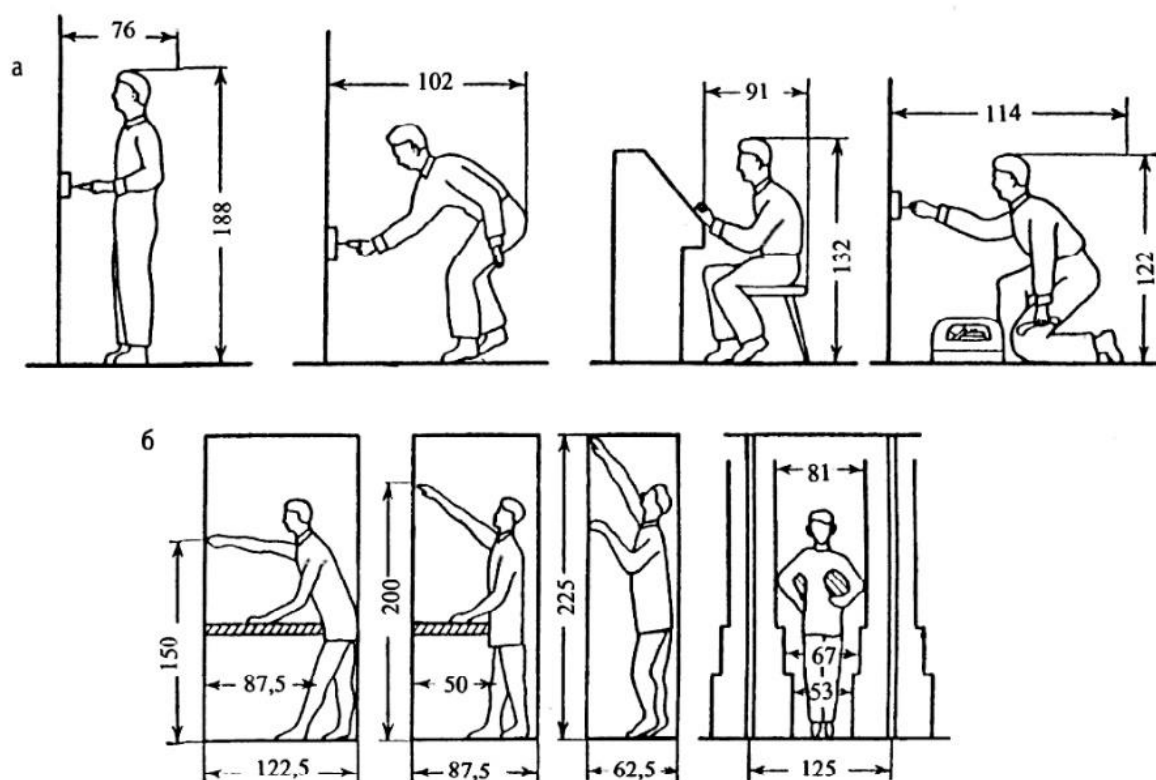


Рис. 3 – Различных положениях: по данным Моргана и др. – (а); по данным Э. Нойферта – (б).

ЛЕКЦИЯ 2

ЭРГОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО МЕСТА

К рабочему месту относится часть пространства, в котором человек преимущественно осуществляет трудовую деятельность и проводит большую часть рабочего времени. Это пространство оснащается необходимыми техническими средствами (органами управления, средствами отображения информации, вспомогательным оборудованием). В нем осуществляется деятельность одного исполнителя или группы исполнителей.

Рабочее место – наименьшая целостная единица производства, жизнедеятельности, в котором присутствуют три основных элемента: предмет, средство и субъект труда (деятельности).

Рабочее место включает как основные, так и вспомогательные средства труда. Специфика организации рабочего места зависит от характера решаемых задач и особенностей предметно-пространственного окружения.

Рабочее место у станка – это место, с которого осуществляется управление и контроль за его функционированием. На подвижных технических средствах – эта кабина или место водителя, в технологической линии – может быть место перед пультом управления, в энергосистемах, диспетчерских авиапортов и пр. – пункт управления.

Оснащение рабочих мест в жилых помещениях, а тем более офисах, банках, учреждениях, компьютером и другой оргтехникой требует учета комплекса эргономических факторов и является довольно непростой задачей, о чем речь пойдет ниже.

Одно из основных рабочих мест домохозяйки – кухня – весьма показательный с эргономических позиций объект проектирования.

Таким образом при расчете параметров рабочего места (понимая под ним различные типы комплексов, в которых осуществляется функционально однородная деятельность человека – рабочее место в офисе, на кухне и т.д.) воедино сводятся метод перцентилей, антропометрические данные, используемые в соматографии, и метод профессиографирования.

Пространственные и размерные характеристики рабочего места должны быть достаточными (рис. 4–7) для:

- размещения работающего человека – с учетом рабочих движений и перемещений согласно функциональному процессу;
- расположения средств управления в min-тах пределах моторного пространства (по ширине, глубине, высоте);
- оптимального обзора источников визуальной информации;
- смены рабочей позы и рабочего положения;
- свободного доступа к местам наладки, ремонта, осмотра;
- рационального размещения основных и вспомогательных средств труда.

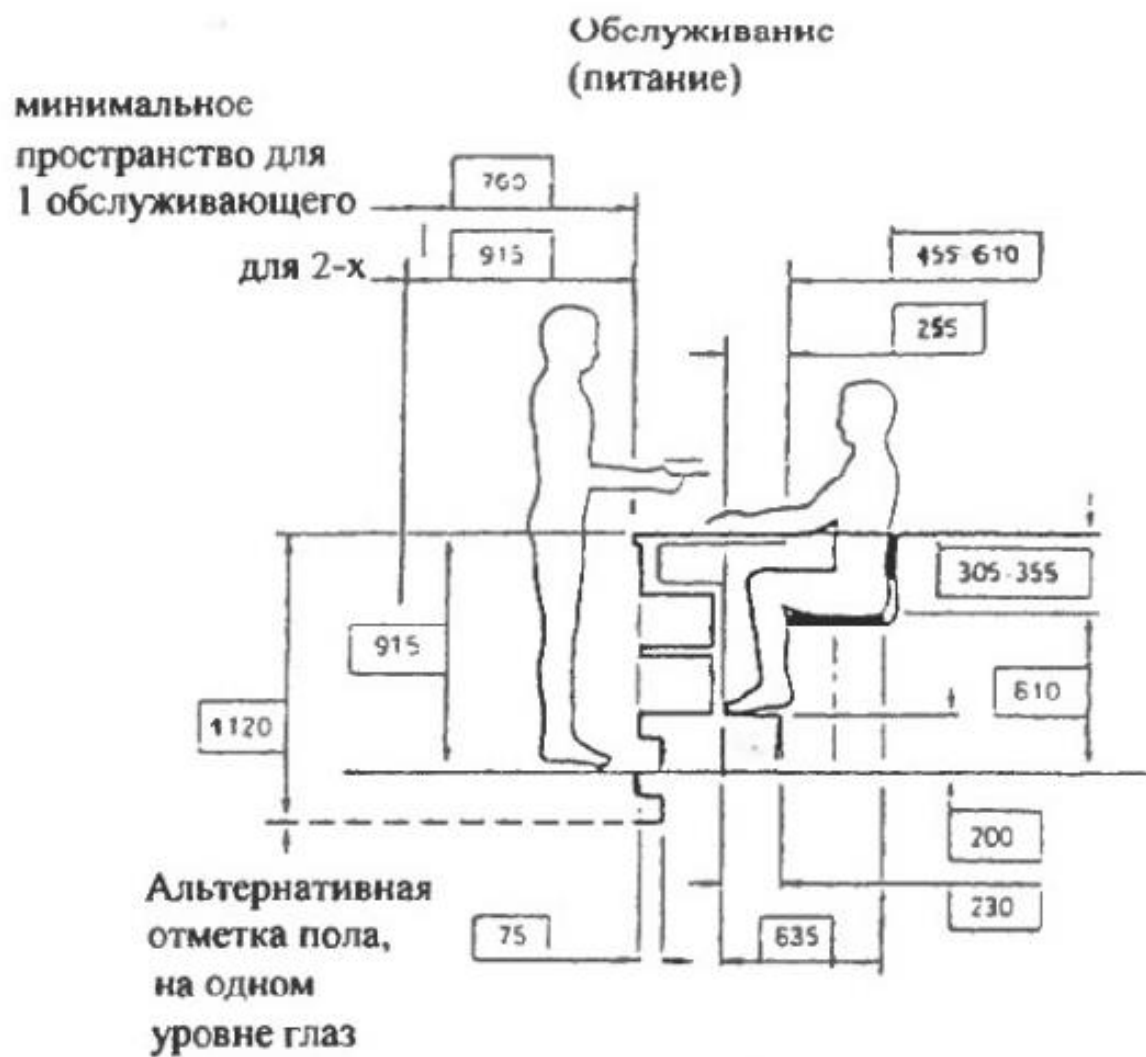


Рис. 4 – Антропометрические параметры рабочих мест (по Alvin R. Tilley).
Зона обслуживания

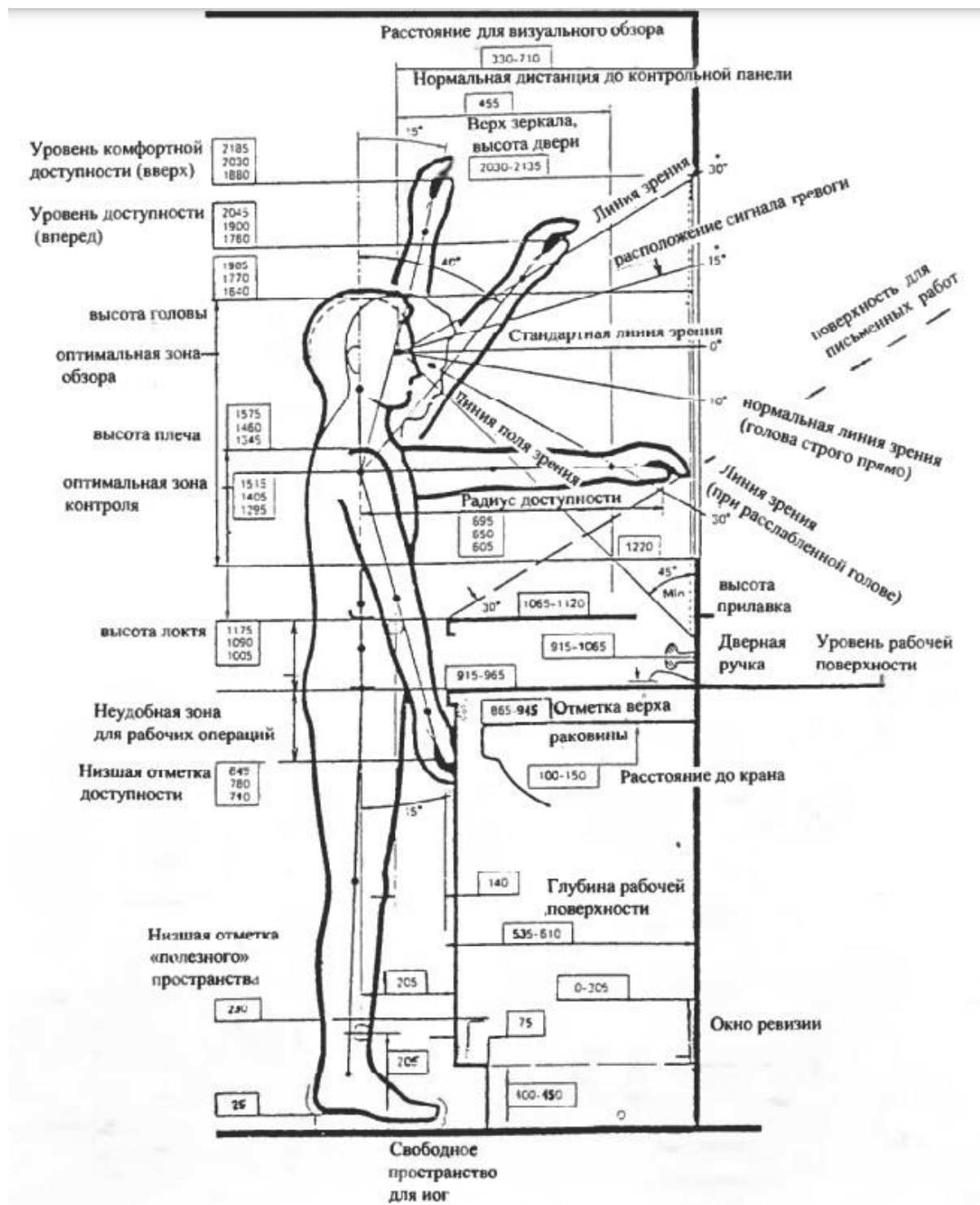


Рис. 5 – Антропометрические параметры рабочих мест (по Alvin R. Tilley).
Рабочее место для мужчин (рабочая поза стоя)



Рис. 6 – Антропометрические параметры для рабочих мест (по Alvin R. Tilley): вид сверху (рабочая поза стоя)

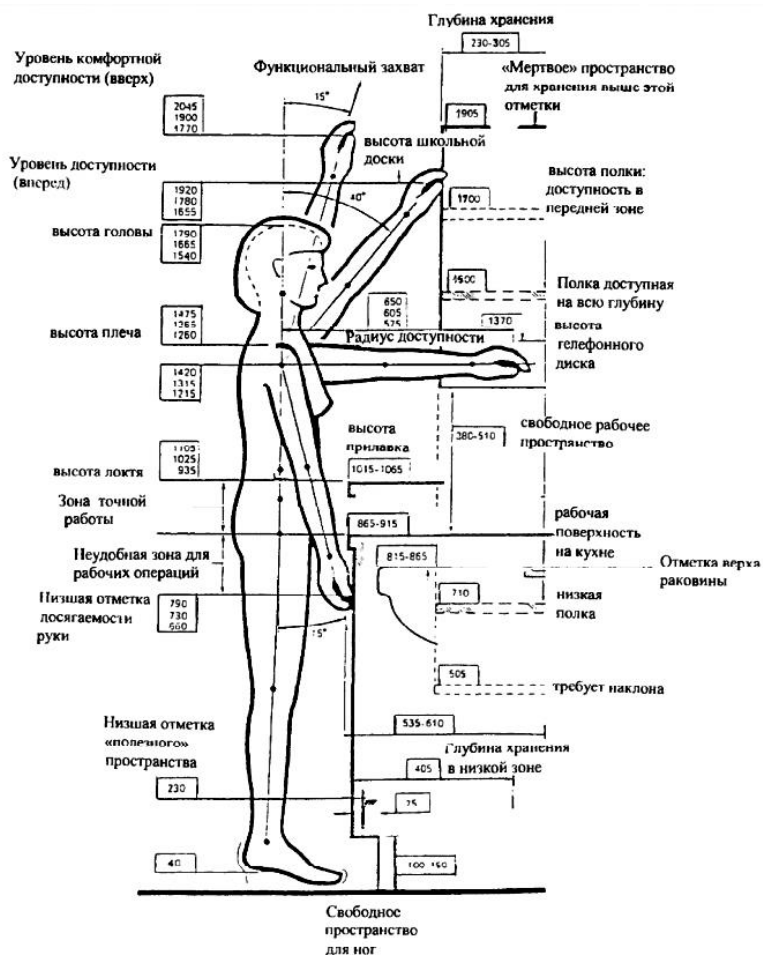


Рис. 7 – Антропометрические параметры рабочих мест (по Alvin R. Tilley). Рабочее место для женщин (рабочая поза стоя)

2.1. Базы отсчета и расчет параметров рабочего места

При расчете параметров рабочих мест необходимо использовать базы отсчета, которые соотносятся с базами, взятыми при измерении размеров тела (рис. 8). Для расчета компоновочных параметров рабочих мест нулевыми следует считать точки, имеющие нижеследующее расположение (рис. 9).

В положении стоя:

- на плоскости пола или горизонтальной плоскости, параллельной полу;
- на фронтальной плоскости, параллельной переднему краю оборудования;
- на срединно-сагитальной плоскости.

В положении сидя:

- на плоскости пола, сиденья или горизонтальной плоскости, параллельной полу;
- на фронтальной плоскости, касательной к наиболее выступающим точкам спины.

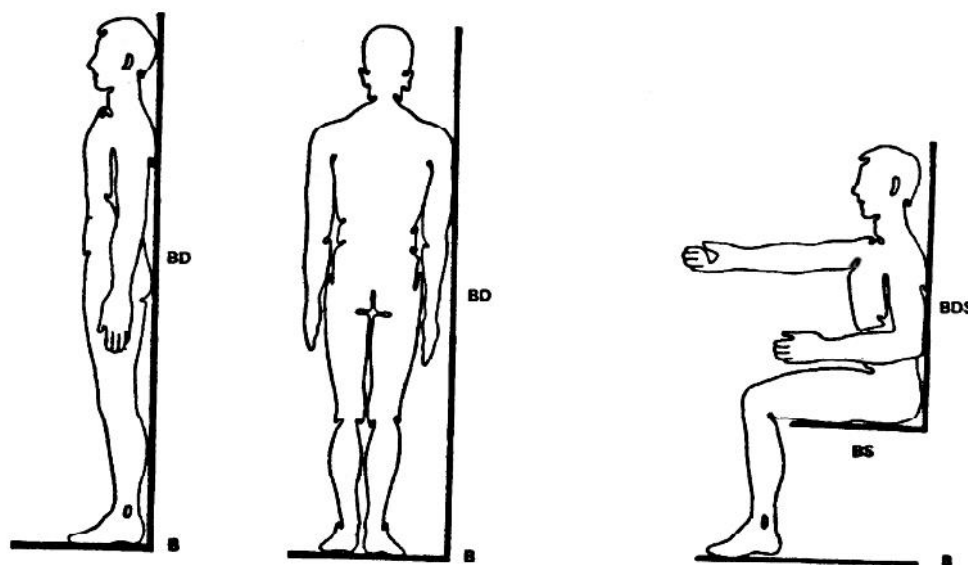


Рис. 8 – Антропометрические Базы отсчета антропометрических признаков:
В, BD, BS, BDS – ограничительные плоскости,
служащие базами отсчета при измерении антропометрических признаков

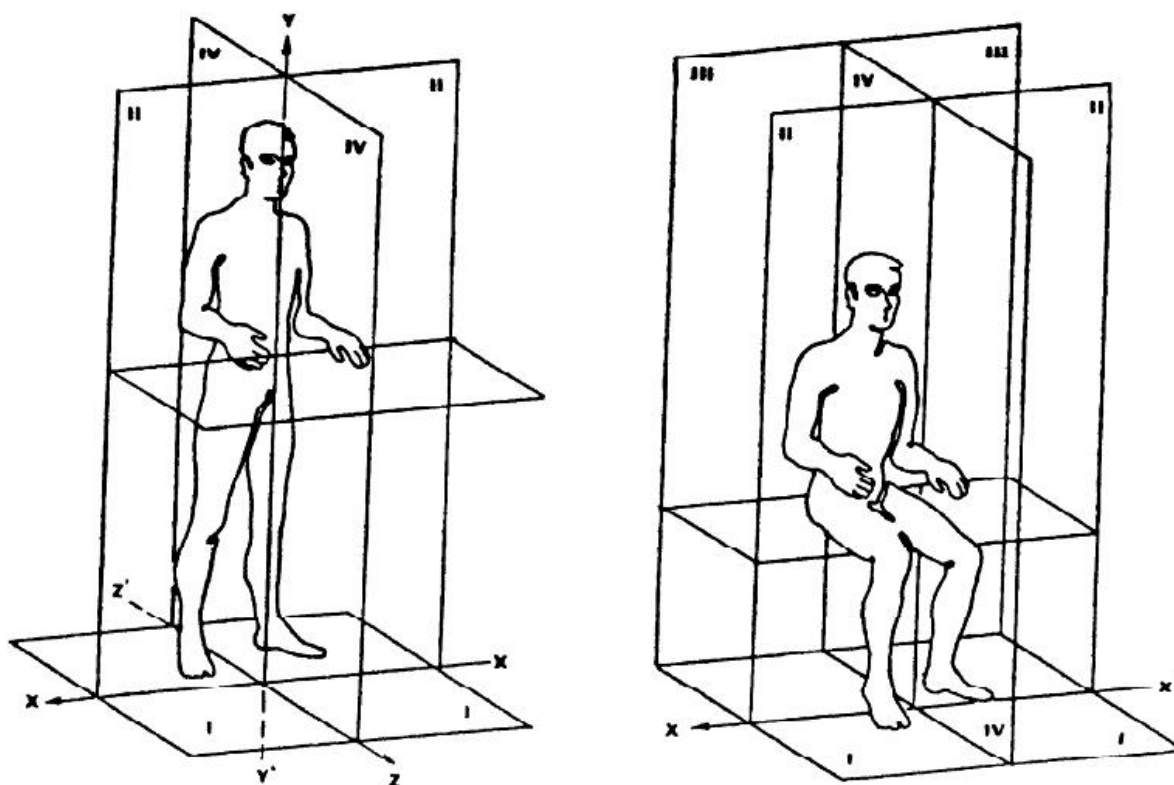


Рис. 9 – Базы отсчета для измерения и расчета параметров рабочих мест:

I, II, III, IV – базы отсчета для расчета параметров рабочего места на основе статических антропометрических признаков: I – горизонтальная плоскость; II и III – фронтальные плоскости, параллельные переднему краю оборудования (II) и заднему краю сиденья (III); IV – срединно-сагиттальная плоскость

Конечными точками измерений будут те элементы оборудования, которые работающий человек может свободно, без напряжения достать, не меняя положения тела и позы.

Расчет параметров рабочего места

При расчете параметров рабочего места следует учитывать:

- выбранную систему координат и соответствующие базы отсчета;
- рабочее положение человека;
- величину размаха рабочих движений;
- количество элементов рабочего места;
- параметры обзорности;
- необходимость ограничения рабочего пространства, возможность подвижности элементов рабочего места (сиденья, подставки для ног, педали и т.п.).

При расчете параметров рабочего места не рекомендуется:

- рассчитывать параметры рабочего места только на основе среднеарифметических значений антропометрических признаков (или 50-го перцентиля);
- пользоваться антропометрическими данными 15–20-летней давности;
- пользоваться источниками информации, где не указаны год их получения, возраст и национальность контингента обследуемых людей, численность группы;
- выделять основные и второстепенные антропометрические признаки, считая все антропометрические признаки одинаково необходимыми, выявлять их значимость следует только при анализе конкретных объектов оборудования.

Довольно простым объектом (с точки зрения эргономики) является письменный стол в доме или на службе – рабочее место для умственного труда. При работе сидя оптимальная рабочая поза обеспечивается путем установления правильного соотношения высот рабочей поверхности и рабочего сиденья.

Оптимальная дифференциация между высотой рабочей поверхности и сиденья практически одинакова для всех людей (270–280 мм). Она зависит от двух антропометрических признаков: длины туловища и высоты локтя над сиденьем, которые очень слабо варьируются и имеют незначительные межгрупповые различия.

Для расчета границ моторного пространства и зон досягаемости в положении сидя и стоя важным фактором является положение работающего относительно переднего края рабочей поверхности, а также его подвижность в передне-заднем направлении. При расчете этих параметров следует предположить, что передний край сиденья расположен в одной вертикальной плоскости с передним краем рабочей поверхности или передний край сиденья вдвинут под рабочую поверхность на 100–150 мм.

В предлагаемых таблицах расчета параметров рабочего места наглядно представлена взаимосвязь антропометрических параметров и метода перцентилей (рис. 10–14, табл. 2–3).

Таблица 2 – Расчет параметров рабочего места в положении сидя

Параметр рабочего места	База отсчета	Антропометрический признак для расчета параметра	Процентиль, %	Примечание
высота рабочей поверхности (б)	пол или другая опорная поверхность для стоп (I)	высота сиденья дельтовидная левая – локтевая правая (17) высота подколенного угла над полом плюс 270–280 мм (9) высота локтя над сиденьем (10)	95	необходима подставка для ног
глубина рабочей поверхности (2)	передний край оборудования (II)	передняя досягаемость руки (15) минус передне-задний диаметр тела (14)	5	
высота пространства для ног (7)	пол или другая опорная поверхность для стоп (I)	удвоенная высота бедра над сиденьем (11) плюс высота подколенной ямки над полом (9)	95	следует учитывать диапазон регулирования сиденья по высоте
глубина пространства для ног (8)	передний край оборудования (II)	спинка сиденья – конечная точка стопы (12) минус передне-задний диаметр тела (14)	95	
высота подставки для ног (9)	пол или другая опорная поверхность для стоп (I)	определяется диапазоном регулирования высоты сиденья	5–95	измеряется по ее заднему краю
длина подставки для ног (10) угол наклона подставки (11)	то же	не менее 1,5 длины стопы (7) величина угла сгибания и разгибания в голеностопном суставе	95 95	
ширина рабочей поверхности (12)	срединно-сагиттальная плоскость тела (плоскость симметрии сиденья) (IV)	размах рук (20) размах рук, согнутых в локтях (18) дельтовидная левая – локтевая правая (17) дельтовидная левая – пальцевая правая (19) межлоктевой диаметр (16)	5 5 5 5 5 95	антропометрический признак выбирается в зависимости от типа рабочего места
ширина пространства для ног (13)	срединно-сагиттальная плоскость тела (плоскость симметрии сиденья) (IV)	наибольшая ширина таза с учетом мягких тканей (21)	95	

ширина подставки для ног (14)	то же	не менее ширины трех стоп	95	
досыгаемость для рук по ширине максимальная (15) средняя (16) минимальная (17)	то же	размах рук (20) размах рук, согнутых в локтях (18) межлоктевой диаметр (16)	5 5 95	значения всех антропометрических признаков разделить пополам

Таблица 3 – Расчет параметров рабочего места в положении стоя

Параметр рабочего места	База отсчета	Антропометрический признак для расчета параметра	Перцентиль, %	Примечание
высота рабочей поверхности (1)	пол или другая опорная поверхность для стоп (I)	высота локтя над полом ± 100 мм (1)	95	необходима подставка для ног, регулируемая по высоте
глубина рабочей поверхности (2)	передний край оборудования (II)	передняя досыгаемость руки (2) минус наибольший передне-задний диаметр тела (4)	5	работающий касается туловищем края оборудования
высота пространства для ног (3)	пол или другая опорная поверхность для стоп (I)	высота нижеберцовой точки над полом (б)		
глубина пространства для стоп (4)	передне-нижний край рабочей поверхности (II)	2/3 длины стопы (7)	95	необходимо учитывать диапазон регулирования высоты
высота подставки для ног (5)	пол или другая опорная поверхность для стоп (I)	различия между значениями длины тела (8), соответствующими 5 и 95% перцентильям	95	
досыгаемость для рук по глубине в горизонтальной плоскости	передний край оборудования (II)	передняя досыгаемость для рук (2) минус наибольший передне-задний диаметр тела (4)	5	
граница максимальной досыгаемости (на уровне плечевого пояса) (26)	то же	.		
граница минимальной досыгаемости (на уровне локтя) (27)		локтевая-пальцевая (3) минус 1/2 наибольшего передне-заднего диаметра тела (4)	95	

досягаемость рук в верхней зоне (23) в средней, оптимальной зоне (24) в нижней зоне (25)	пол или другая опорная поверхность для стоп (1)	от высоты плеча над полом (27) до вертикальной досягаемости для руки (28) от высоты плеча над полом (27) до высоты локтя над полом (1) от высоты локтя над полом (1) до высоты лучевой точки над полом (26)	5 5 95	в этой зоне размещаются редко используемые органы управления
---	--	--	----------------------	---

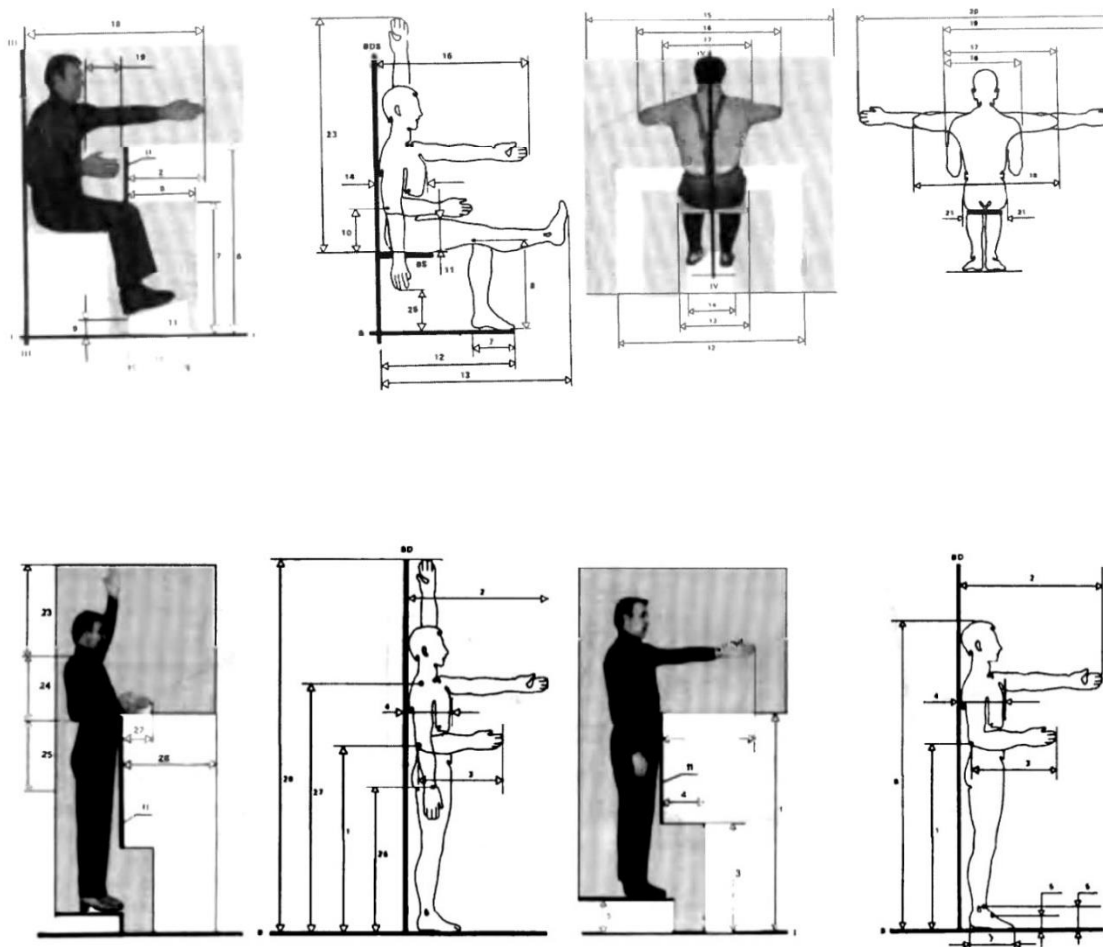


Рис. 10 – Параметры рабочего места в положении сидя и стоя

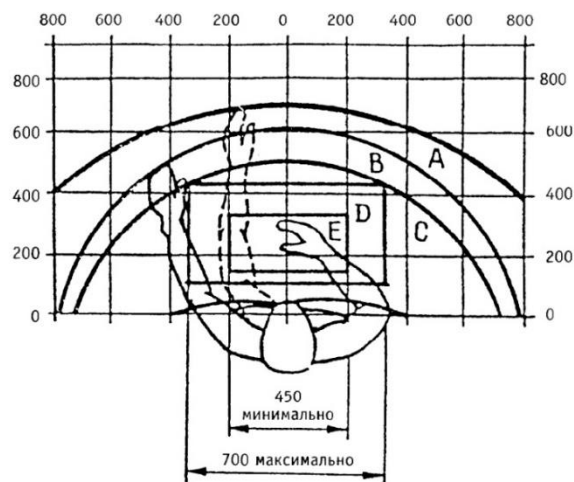


Рис. 11 – А – зона максимальной досягаемости; В – зона досягаемости пальцев; С – зона удобной досягаемости ладони; D – оптимальное пространство для грубой работы; Е – оптимальное пространство для тонкой ручной работы

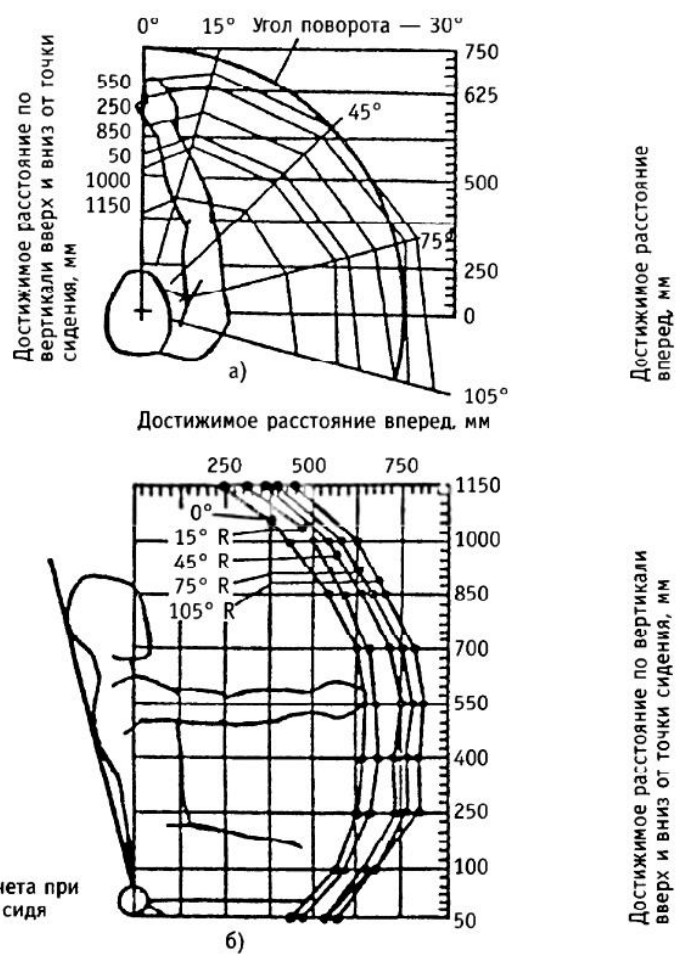


Рис. 12 – Максимальное пространство при работе руками: вид сверху и сбоку

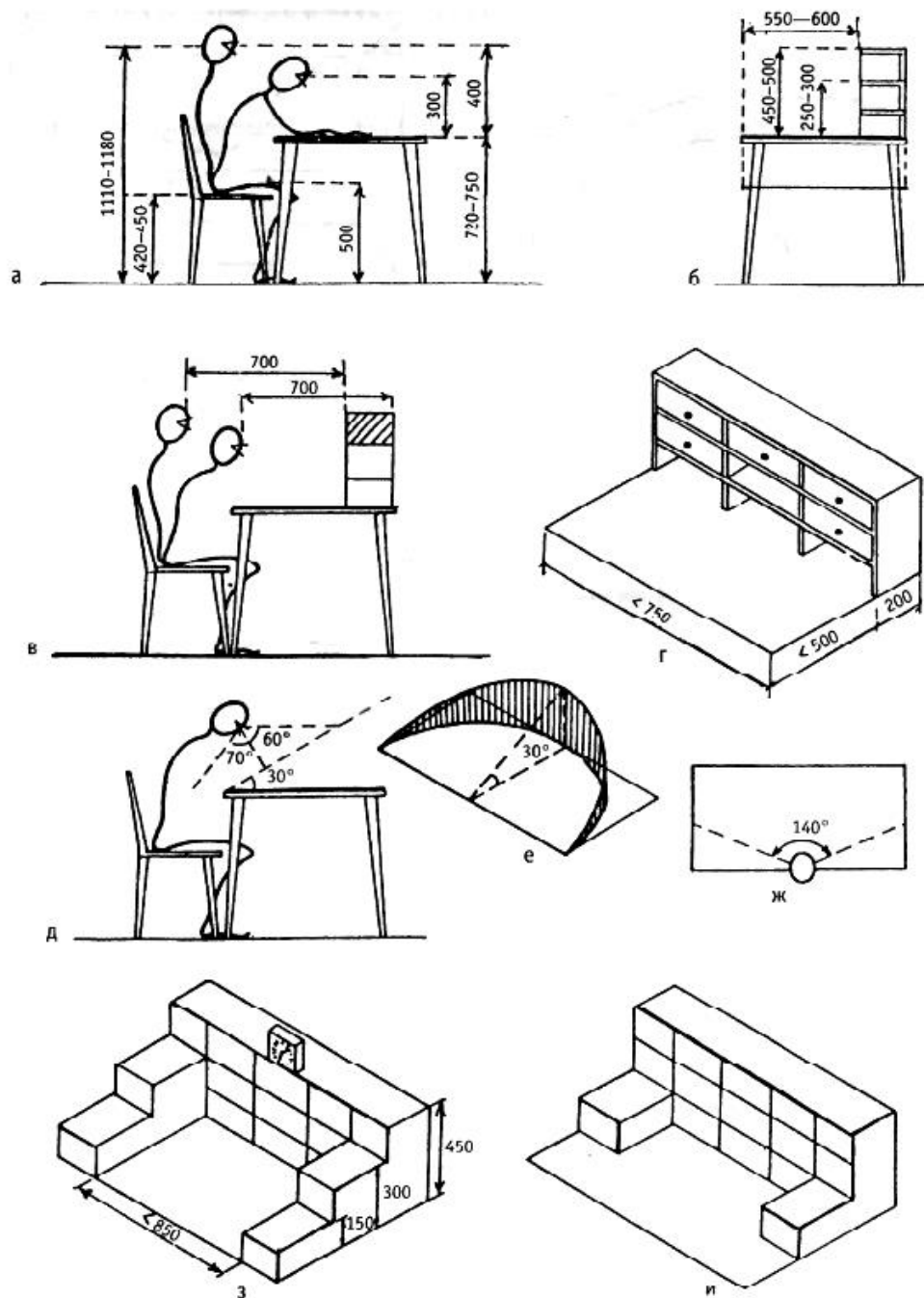


Рис. 13 – Габариты рабочего места для умственного труда (верхняя зона)
а) основные размеры по вертикали; б) габариты надстройки на дальней стороне рабочей плоскости; в), г) размещение открытых и закрытых ячеек в надстройке с учетом потребности в открытом пространстве перед лицом работающего человека; д) зона обзора по вертикали (в рабочей позе); е) «идеальная» зона обзора в вертикальной плоскости (в рабочей позе); ж) сектор обзора в горизонтальной плоскости (в рабочей зоне); з) габариты надстроек с учетом зоны обзора по вертикали (в рабочей позе); и) габариты надстроек с учетом сектора обзора по горизонтали (в рабочей позе)

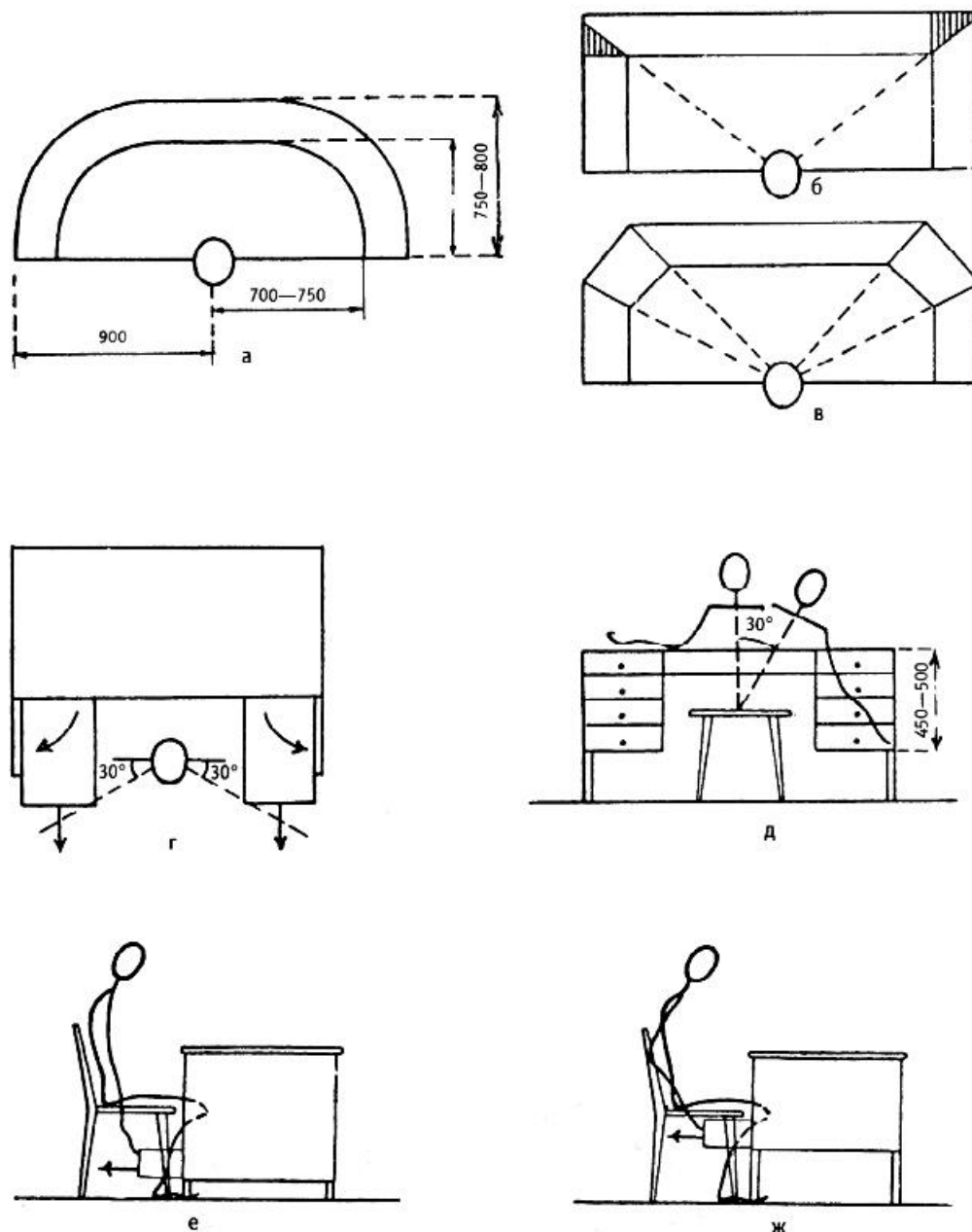


Рис. 14 – Зона доступности и обзримости рабочего места для умственного труда
Верхняя зона: а – зона доступности в горизонтальной плоскости (в положении рабочем и наклонившись); б – «мертвые зоны» видимости в дальней и боковых надстройках; в – «идеальная» схема размещения надстроек и ячеек в них с учетом доступности и обзримости. Нижняя зона: г – зона видимости и доступности при повороте тела; д – зона доступности при наклоне тела; е – при низко расположенном ящике рука выпрямлена (большой рычаг) – требуется значительное усилие, чтобы выдвинуть ящик; ж – рука согнута в локте – это удобно, так как требует меньше усилий при выдвижении

2.2. Средства оснащения и параметры рабочего места

При расчете параметров рабочих мест необходимо использовать базы отсчета, которые соотносятся с базами, взятыми при измерении размеров тела (рис. 8). Для расчета компоновочных параметров рабочих мест нулевыми следует считать точки, имеющие нижеследующее расположение (рис. 9).

1. На рабочем месте должны размещаться только необходимые средства оснащения.

2. Они должны располагаться в пределах границ досягаемости, включая частые наклоны и повороты головы.

3. Часто используемые средства должны располагаться ближе к рабочему сиденью.

4. Предметы труда должны располагаться на рабочем месте в последовательности рабочих операций.

5. Предметы и средства труда должны располагаться так, чтобы не перекладывать их из руки в руку.

Параметры рабочего места

Комплекс параметров рабочего места состоит из габаритных, компоновочных (или сопряженных с первыми) и свободных (несопряженных).

Габаритные параметры включают предельные размеры внешних очертаний рабочего места. Габаритный объем определяется как сумма объемов, занятых оборудованием, объемом пространства, необходимого человеку для выполнения рабочих операций, проходов и подходов к рабочему месту, а также «мертвым» пространством, создаваемым неправильными формами этих объемов.

Компоновочные (сопряженные параметры) характеризуют положение отдельных элементов рабочего места относительно друг друга и работающего человека. Ими обеспечиваются досягаемость из различных поз, перемещения, направление рабочих движений и величина усилий. Компоновочные параметры рассчитаны на основе данных статической и динамической антропометрии. Компоновочные параметры входят в размерные цепи с габаритными параметрами.

Свободные (несопряженные) параметры не имеют общих баз отсчета с другими элементами. Они могут быть постоянными и переменными (регулируемыми). В качестве примера свободных параметров могут быть рассмотрены высота и угол подставки для ног, высота сиденья, спинки и подлокотника кресла, подвижность спинки вперед–назад и т.д.

Учет этих параметров особенно важен при проектировании рабочих мест на производстве и в офисах, учитывая характер и особенности трудовых процессов.

В основу общих правил использования антропометрических данных при расчете параметров рабочих мест и оборудования положен метод перцентилей.

2.3. Методы эргономических исследований

Эргономические антропометрические признаки играют важнейшую роль в осуществлении соматографических исследований.

Соматографические и экспериментальные (макетные) методы решения эргономических задач используются для выбора оптимальных соотношений между пропорциями человеческой фигуры и формой, размерами машины (предмета), ее элементов.

Соматография (от греч. soma (somatos) – тело и ...графия) – метод схематического изображения человеческого тела в технической или иной документации в связи с проблемами выбора соотношений между пропорциями человеческой фигуры, формой и размерами рабочего места.

В инженерной графике используются нормы и приемы технического черчения и начертательной геометрии. Большая трудоемкость затрудняет эффективное использование классической соматографии. Менее трудоемок и более эффективен метод плоских манекенов (шаблонов-моделей) тела с шарнирными сочленениями (рис. 15).

Метод плоских манекенов состоит в использовании плоских моделей человека (с точным соблюдением действительных пропорций).

В основе манекенов лежит костная система человека, на которой определены центры окружностей – суставы, а контуры фигуры образуют касательные к этим окружностям (рис. 16). Рисунок завершают простой подрисовкой кистей и стоп. Манекены снабжены шарнирами в местах расположения суставов, позволяющими придавать фигурам необходимые положения, занимаемые человеком при выполнении различных работ. Такие манекены обычно выполняются в натуральную величину, а также в масштабах 1:5; 1:10, и помещаются на чертежах, макетах соответствующих рабочих мест, выполненных в том же масштабе (рис. 17).

Габариты манекенов должны соответствовать не только средним, но и пороговым антропометрическим размерам. Методика использования манекенов достаточно проста. Помощь при проектировании рабочих мест может оказать методика наложения на чертежи проектируемых мест схем, т.н. нормальных и максимальных рабочих зон. Эти схемы могут использоваться для наложения на рабочие зоны в горизонтальной плоскости (например, на плоскость рабочего стола), а также в вертикальных плоскостях, параллельных и перпендикулярных к оси зрения глаза.

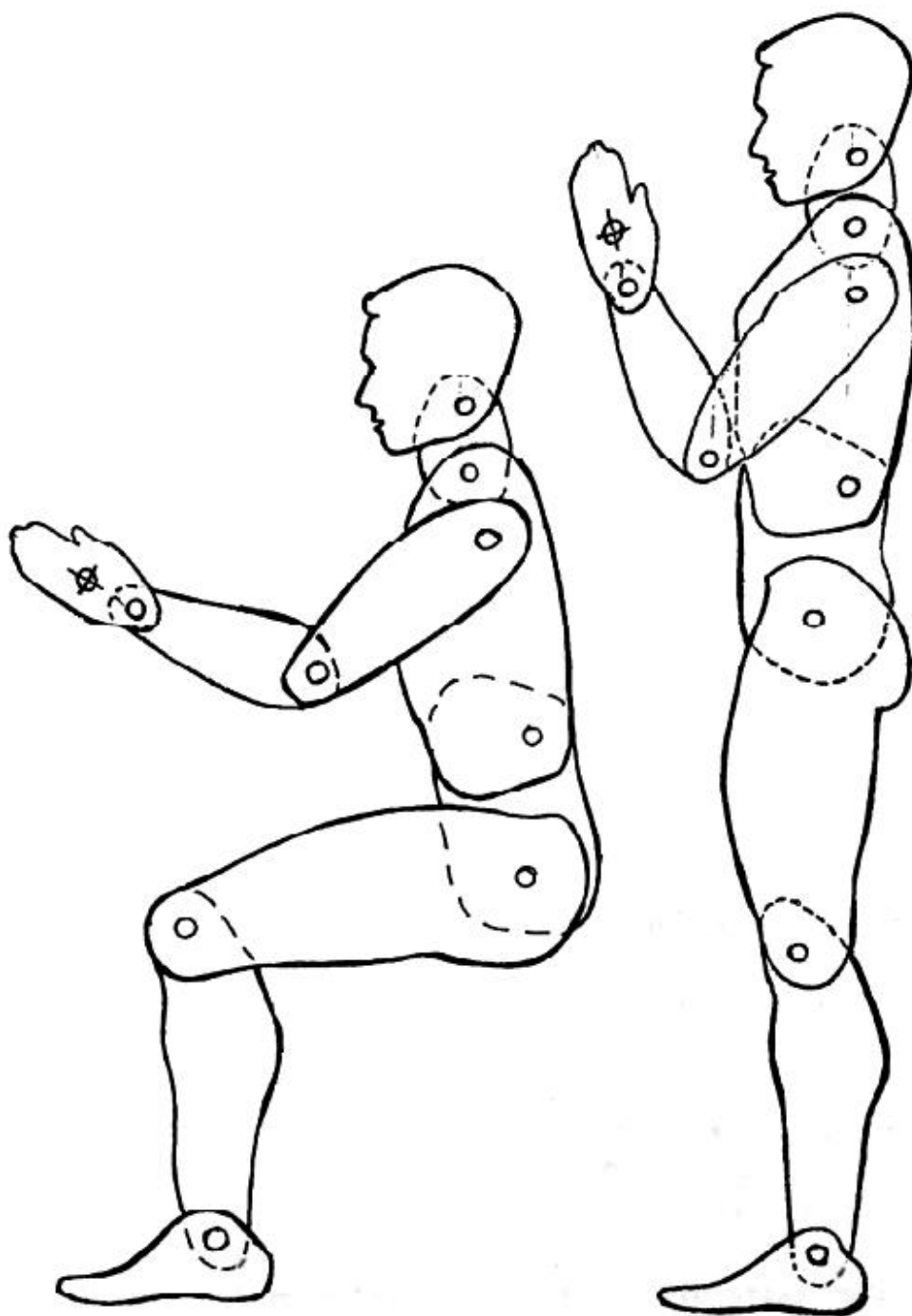


Рис. 15 – Компоновочная схема (модель) оператора
для человека нормального роста в масштабе

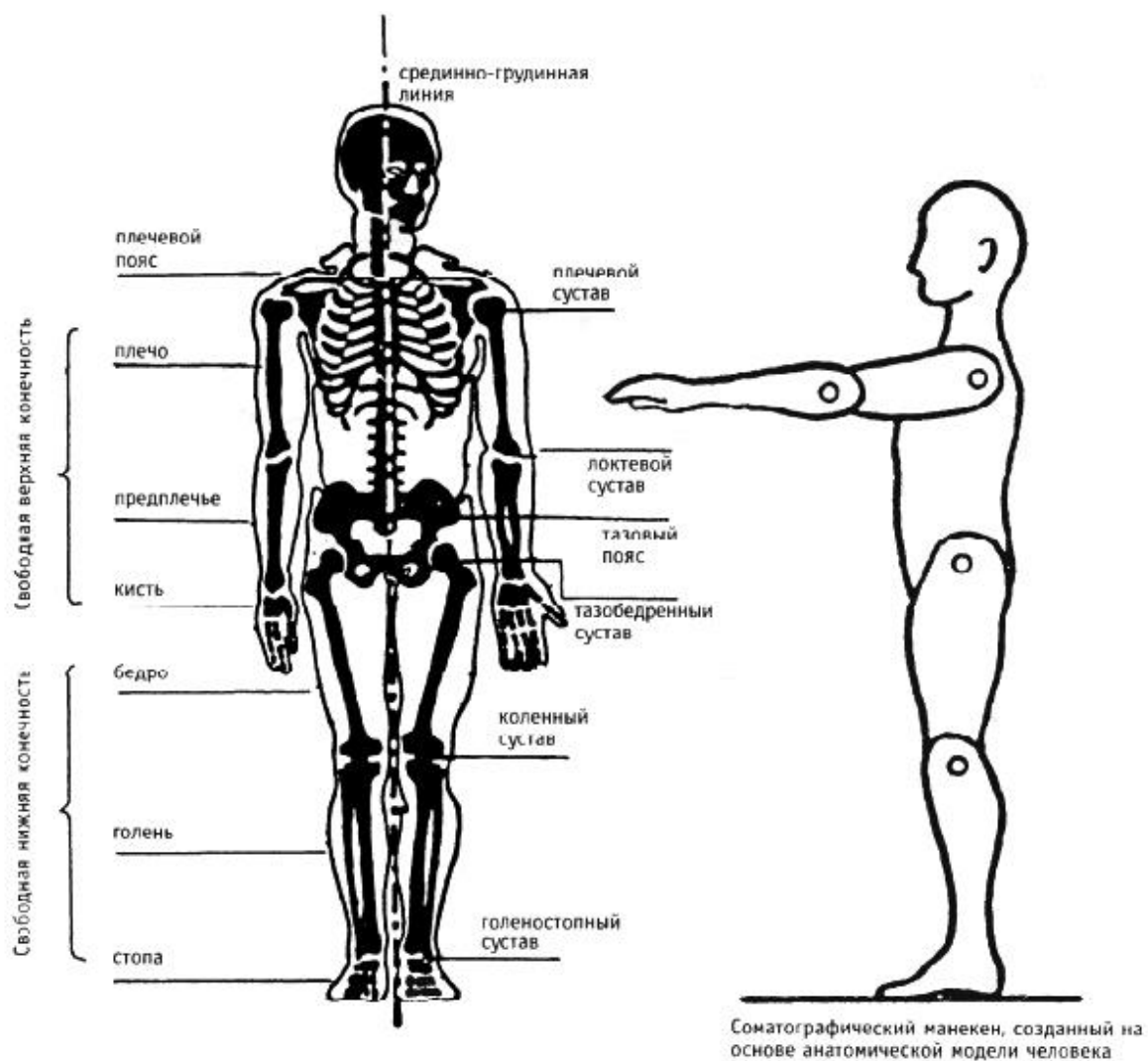


Рис. 16 – Элементы анатомии, используемые в эргономике

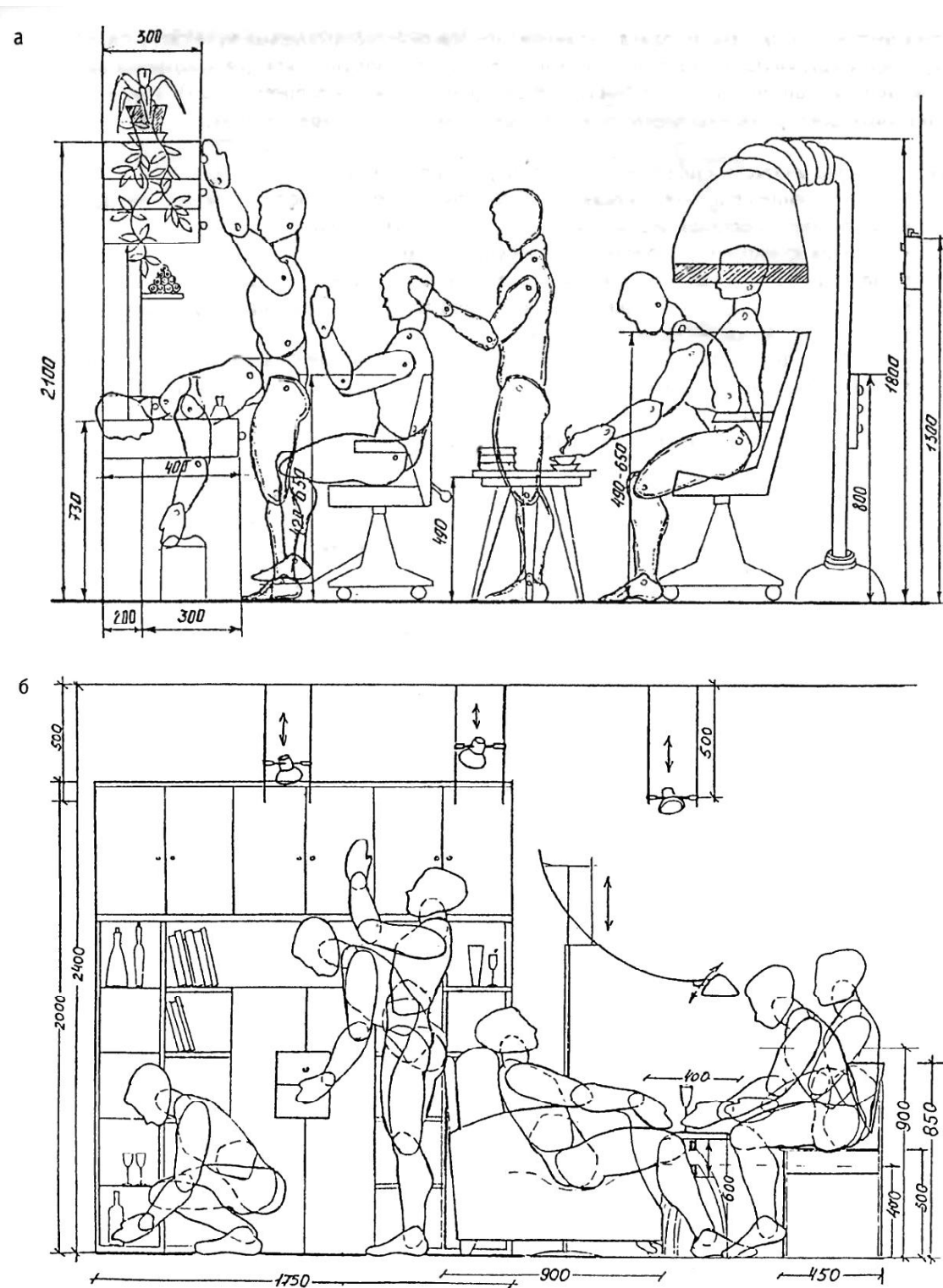


Рис. 17 – Примеры соматографического анализа
с использованием плоского шаблона фигуры.
Студенческие работы: парикмахерская (а), комната (б)

С помощью схематического изображения (шаблона) можно проверить:

- соотношение пропорций человеческой фигуры, размеров и формы рабочего места;
- досягаемость органов управления и удобство их размещения;
- пространственную компоновку органов управления;
- оптимальные и максимальные границы зоны досягаемости конечностей;
- обзор с рабочего места и условия зрительного восприятия, например при слежении за объектом наблюдения (индикаторами) и т.д.;
- удобство формы рабочего места, пространства для манипулирования, сиденья, пульта и т.д.
- удобство подхода к рабочему месту или ухода с него, оптимальные размеры проходов, коммуникаций;
- правильность высоты сиденья и рабочей поверхности;
- удобство положения ног.

Помощь при проектировании рабочих мест может оказать методика наложения на чертежи проектируемых мест схем т.н. нормальных и максимальных рабочих зон как в горизонтальной, так и вертикальной плоскостях (рис. 18, табл. 4).

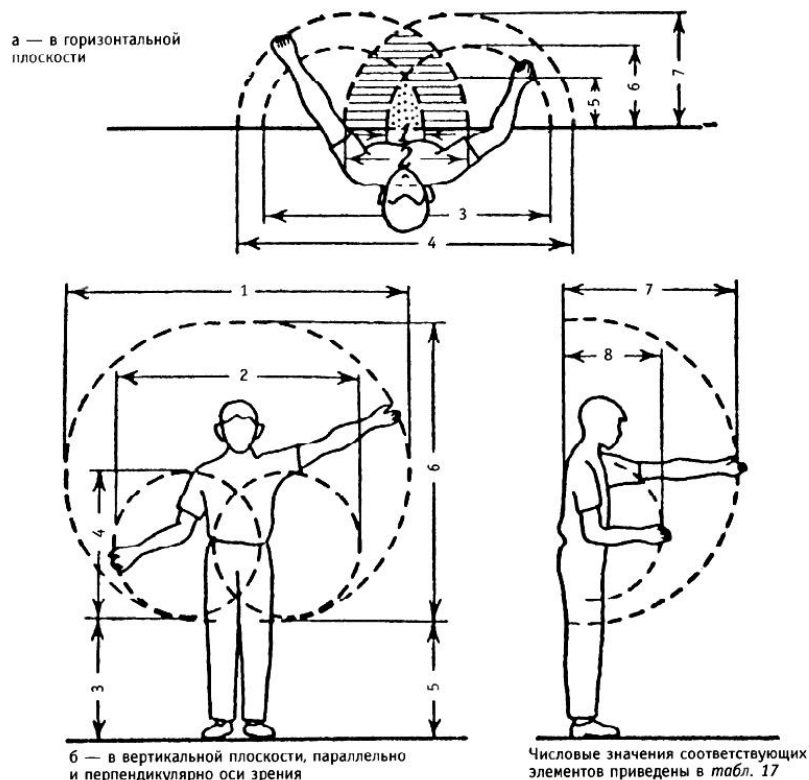


Рис. 18 – Нормальные и максимальные рабочие зоны по Бениелли

Таблица 4 – Нормальная и максимальная рабочие зоны

Обозначение на ЗЗ	Размеры рабочей зоны, см			
	в горизонтальной, плоскости		в вертикальной плоскости	
	женщины	мужчины	женщины	мужчины
	рост, см (значение для 50 пертин-		166	180
1	20	24	140	155
2	66	72	110	135
3	110	135	68	78
4	145,5	159	72	80
5	20	24	63	70
6	30	33,5	126	140
7	40	45	73	80
8	–	–	43	50

Экспериментальные (макетные) методы основаны на применении макетирования проектируемого оборудования в различном масштабе и с разной степенью детализовки. При этом используются объемные антропоманекены; один из видов таких манекенов получил название «мультмен» (рис. 19).

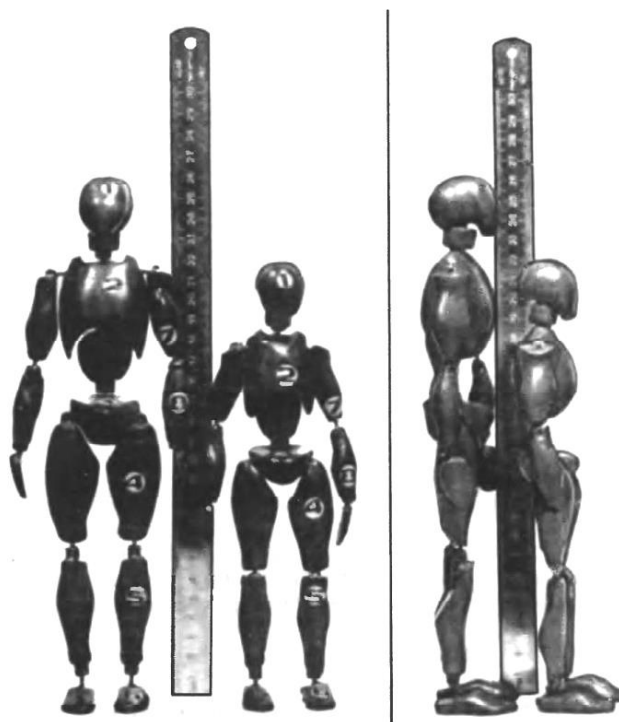


Рис. 19 – Объемные антропоманекены – «Мультмены» – 5-го и 95-го перцентилей

Методы с использованием манекенов позволяют решать следующие задачи:

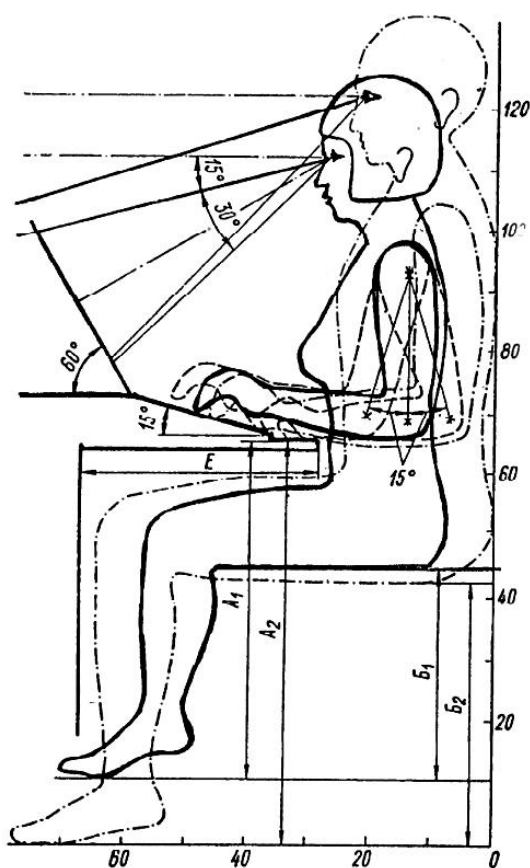
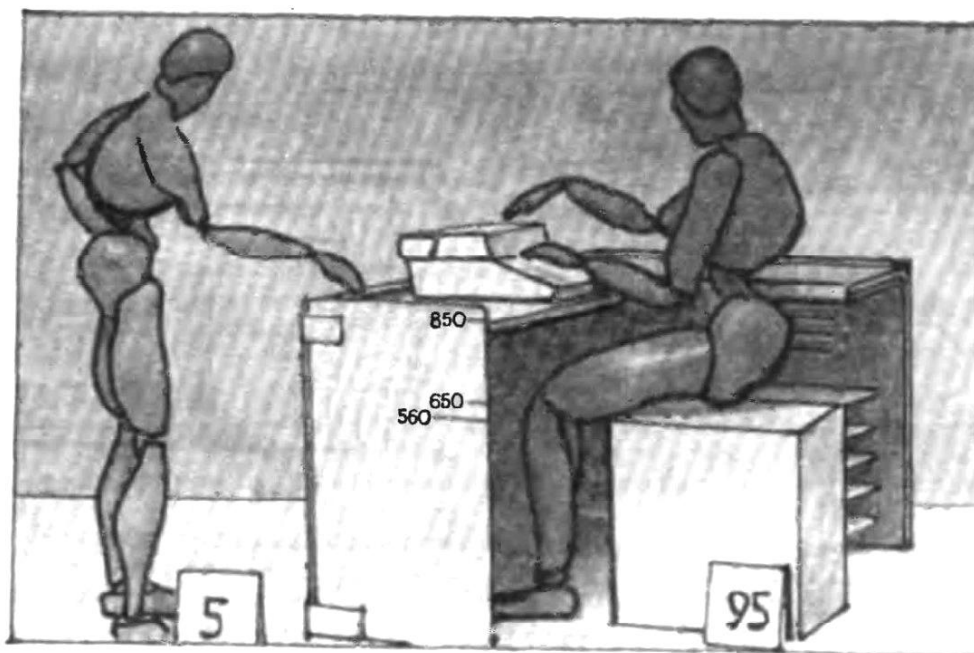
- увязывать сложноструктурные конструкции оборудования между собой;
- достигать общей и детальной соразмерности оборудования человеку;
- испытывать проектируемое оборудование на удобство работы с ним;
- отрабатывать пространственные параметры рабочего места и ряд других задач, связанных с учетом антропометрических особенностей пользователей проектируемого оборудования.

Пример использования манекенов при отработке высоты рабочей поверхности приведен на рис. 20, 21. Параллельно с применением манекенов обычно проводят ряд расчетных процедур и геометрических построений на схемах и чертежах, связанных с закономерностями учета антропометрических данных (см. табл. 3, 4).

Описанные выше методы непосредственно смыкаются, переплетаются с дизайн-проектированием, особенно в методе сценарного моделирования (проектного сценирования). Вне зависимости от конкретного содержания и форм проектных ситуаций суть сценарного метода остается одной и той же. Дизайнер сначала представляет ситуацию мысленно, а затем предметно отображает ее в серии графических эскизов, потом – в трехмерных макетах, муляжах и манекенах, наконец – в действенном натуральном воспроизведении. При необходимости ведется фиксирование фото- или видеоспособом.

Модель рабочего места в натуральную величину называется экспериментальным макетом. В оценке пространственной структуры рабочего места принимают участие либо 3 человека, либо 3 группы людей, характеризующиеся средними и пороговыми размерами тела.

Объемные модели рабочей зоны (станка и т.п.) воспроизводят с помощью скользящих стержней и навесного оборудования, имитирующего элементы рабочего места. На этих стендах можно быстро воспроизвести пространственные условия деятельности. Во время работы записывается биоэлектрическая активность мышц испытуемых. Полученные записи – миограммы – позволяют



Использование манекенов при отработке высоты рабочей поверхности (антропометрические признаки 5-го и 95-го перцентилей)

A , B , E — рассчитываемые параметры. Угловые параметры соответствуют принятым нормам, горизонтальная и вертикальная шкалы — координаты отсчета

Построения с шаблонами при оптимизации условий работы с клавиатурой (шаблоны женской и мужской фигур 5-го и 95-го перцентилей)

Рис. 20 – Использование манекенов и шаблонов при отработке габаритов рабочих мест

а

- А — требуется большая точность;
 В — большое зрительное напряжение;
 С — обычный рабочий стол;
 В — компьютерный стол или большое физическое усилие;
 Е — высота пространства для ног

Для фигуры мужчины при
 росте около 1 750 мм

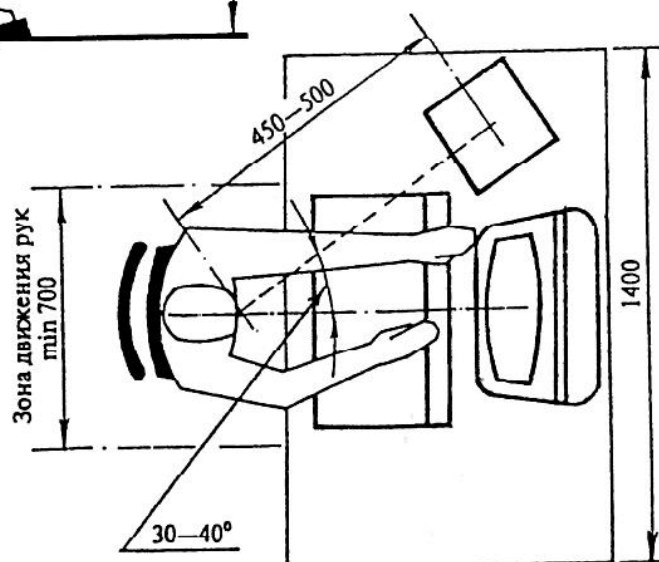
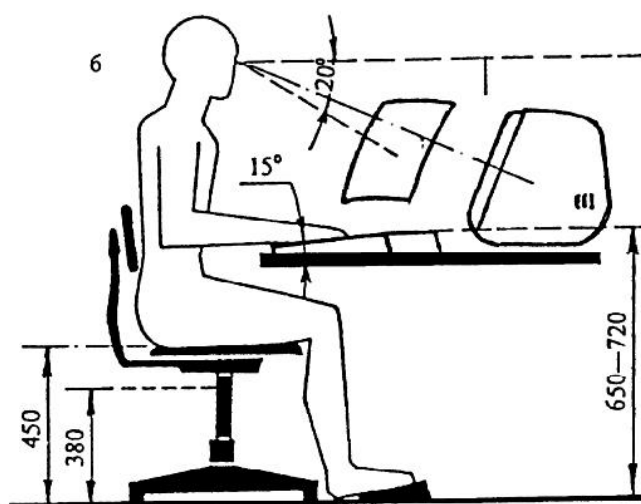
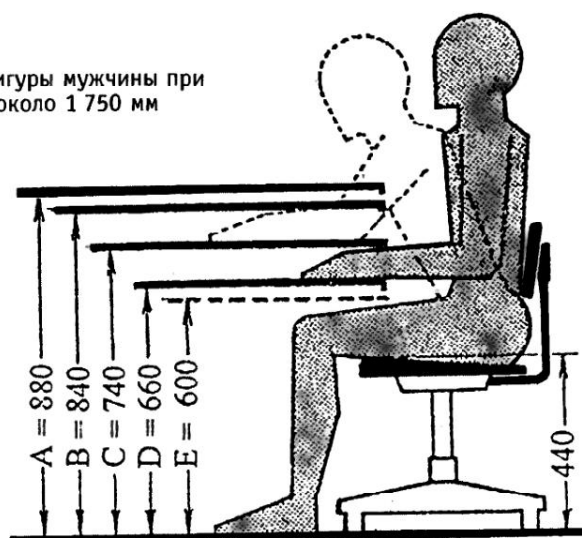


Рис. 21 – Высота рабочего места при работе сидя
 в зависимости от характера деятельности (а);
 решение рабочего места с компьютером (б)

ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ 1

СОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

РАБОЧЕГО МЕСТА ДИЗАЙНЕРА-ПРОЕКТИРОВЩИКА

Задачи и условия выполнения задания:

1. Аналитический анализ дизайн-объектов.

1.1. Подобрать иллюстративный фотоматериал компьютерных столов, стульев, полок для хранения бумаг, книг, канцелярских принадлежностей, специализированного оборудования дизайнера-проектировщика (компьютерный монитор и системный блок; принтер; сканер; чертежная доска или графический планшет); осветительных приборов.

1.2. Проанализировать собранный фотоматериал. Определить размеры оборудования рабочего места дизайнера (системного блока, монитора, клавиатуры, графического планшета, сканера, принтера, папок для бумаг, книг и т.п.), необходимые для расчета габаритных размеров столешницы, полок, ящиков и т.п. При определении размеров можно использовать натурные объекты или справочные данные из литературных или интернет источников.

2. Антропометрический анализ человека.

Выполнить антропометрические замеры человеческого тела в положении сидя и стоя на своем примере (рис. 22):

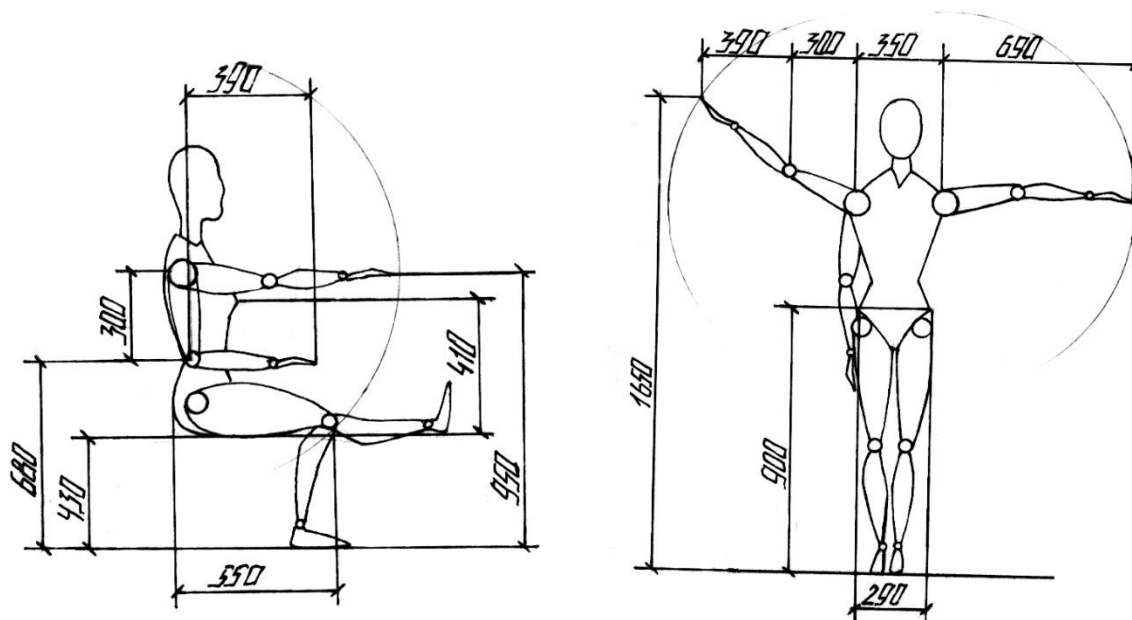


Рис. 22 – Антропометрические замеры человеческого тела в положении сидя и стоя

- выбрать системы координат и соответствующие базы отсчета;
- определить размах рабочих движений;
- определить количество элементов рабочего стола;
- учесть параметры обзорности;
- определить необходимость ограничения рабочего пространства, возможность подвижности элементов рабочего места (выдвижные элементы, сиденья, подставки для ног).

3. Соматографический анализ рабочего места дизайнера.

3.1. Разработать конструкцию рабочего места дизайнера. Конструктивное решение объекта выполняется с учетом всех эргономических показателей, полученных в результате антропометрического анализа человека в положении стоя и сидя, аналитического анализа дизайн-объектов.

3.2. Определить масштаб изображений рабочего места дизайнера и плоского манекена самостоятельно. Для этих целей использовать какой-либо числовой коэффициент, например, в качестве коэффициента можно выбрать цифру шесть, тогда все размеры тела человека умножаются на шесть (рост человека 1,7 м умножаем его на шесть и получаем 10,2 мм и т.д.).

3.3. Выполнить графическое изображение рабочего места в трех проекциях с применением легкой штриховки цветным карандашом или заливки акварелью.

3.4. Изобразить в различных рабочих позах фигуру плоского манекена, (работает за компьютером, с принтером, сканером, достает книги, чертит или рисует на графическом планшете в положении сидя и стоя).

3.5. Проставить основные габаритные размеры на проекциях рабочего места дизайнера (рис. 23).

3.6. Выполнить аксонометрическое изображение рабочего места дизайнера, используя разнообразные средства и приемы (рис. 24).

4. Оформление задания.

Задание оформляется в виде матрицы размером 60х60 (рис. 25).

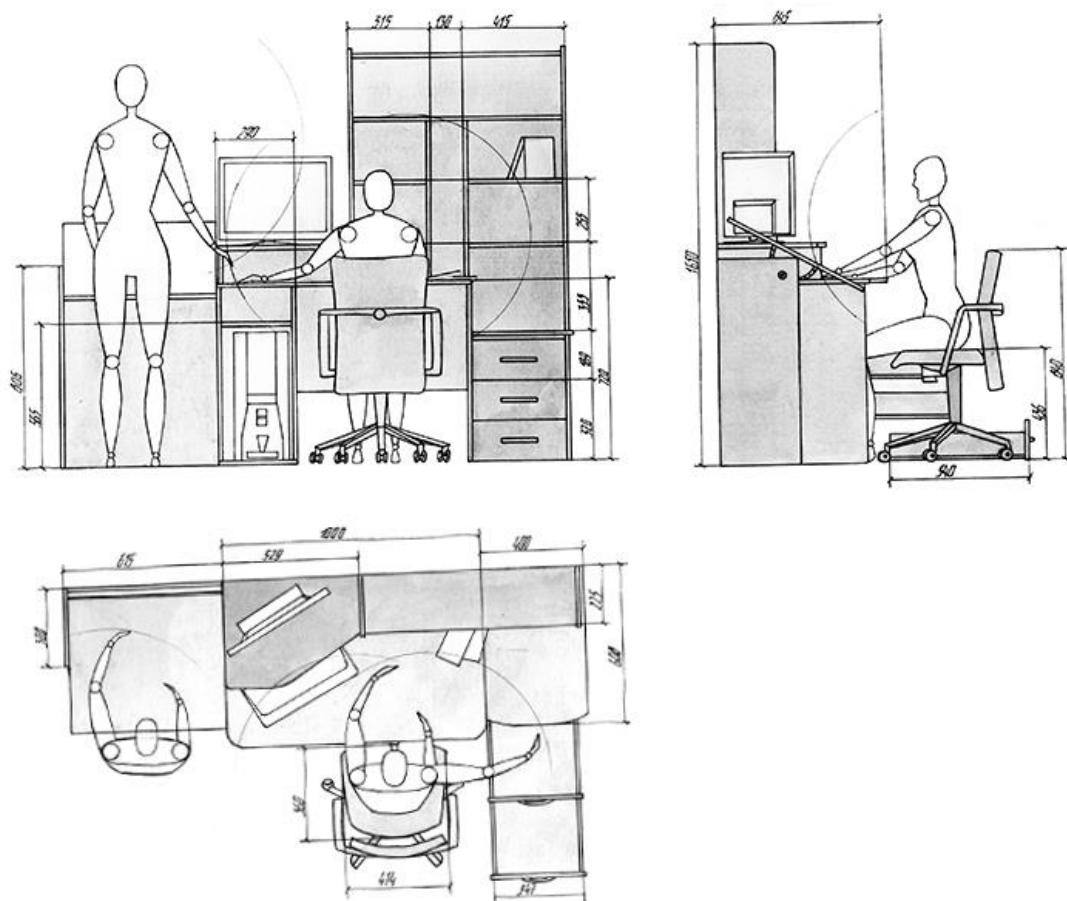


Рис. 23 – Соматографический анализ рабочего места дизайнера



Рис. 24 – Аксонометрическое изображение рабочего места дизайнера

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ 2

СОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

БАРНОЙ СТОЙКИ ДЛЯ КАФЕ

Задачи и условия выполнения задания:

1. Аналитический анализ дизайн-объектов.

1.1. Подобрать иллюстративный фотоматериал барных стоек, стульев, специализированного оборудования для баров.

1.2. Проанализировать собранный фотоматериал. Определить размеры оборудования барной стойки, посуды, барного табурета или кресла для расчета габаритных размеров полок, секций шкафа, размеров столешницы. При определении размеров использовать справочные данные из литературных или интернет источников.

2. Антропометрический анализ человека.

2.1. Провести антропометрический анализ человека в положении сидя и стоя для определения оптимальных размеров барной стойки, рабочего места бармена и места для посетителя. На изображении человека в положении сидя и стоя необходимо указать размеры его тела (рис. 26).

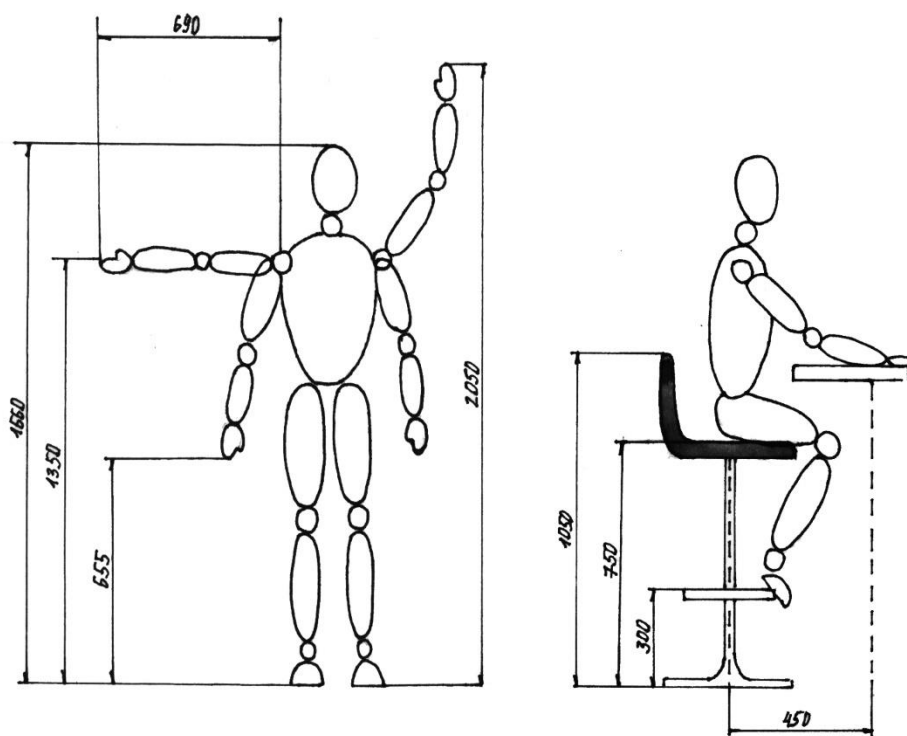


Рис. 26 – Антропометрические замеры человеческого тела в положении стоя и сидя

Далее необходимо:

- выбрать системы координат и соответствующие базы отсчета;
- определить размах рабочих движений;

- определить количество элементов рабочего стола;
- учесть параметры обзорности;
- определить необходимость ограничения рабочего пространства, возможность подвижности элементов рабочего места и места для посетителя.

3. Соматографический анализ барной стойки для кафе.

3.1. Разработать конструкцию барной стойки рассчитанной, как минимум, на трех посетителей с учетом всех эргономических показателей, полученных в результате антропометрического анализа человека в положении стоя и сидя, аналитического анализа дизайн-объектов.

3.2. Определить масштаб изображений рабочего места бармена и посетителя самостоятельно. Для этих целей использовать какой-либо числовой коэффициент, например, в качестве коэффициента можно выбрать цифру шесть, тогда все размеры тела человека умножаются на шесть: рост человека 1,7 м умножаем его на шесть и получаем 10,2 м и т.д.

3.3. Выполнить графическое изображение барной стойки в трех проекциях с применением легкой штриховки цветным карандашом или заливки акварелью.

3.4. Изобразить в различных рабочих позах фигуру плоского манекена «бармена» (обслуживает посетителя, достает что-то с полок барной стойки и т.п.). Фигуру плоского манекена «посетитель», необходимо изобразить стоя и сидя на барном табурете или кресле.

3.5. Проставить основные габаритные размеры на проекциях (рис. 27).

3.6. Выполнить аксонометрическое изображение барной стойки, используя разнообразные средства и приемы (рис. 28).

4. Оформление задания.

Задание оформляется в виде матрицы размером 60х60 (рис. 29).

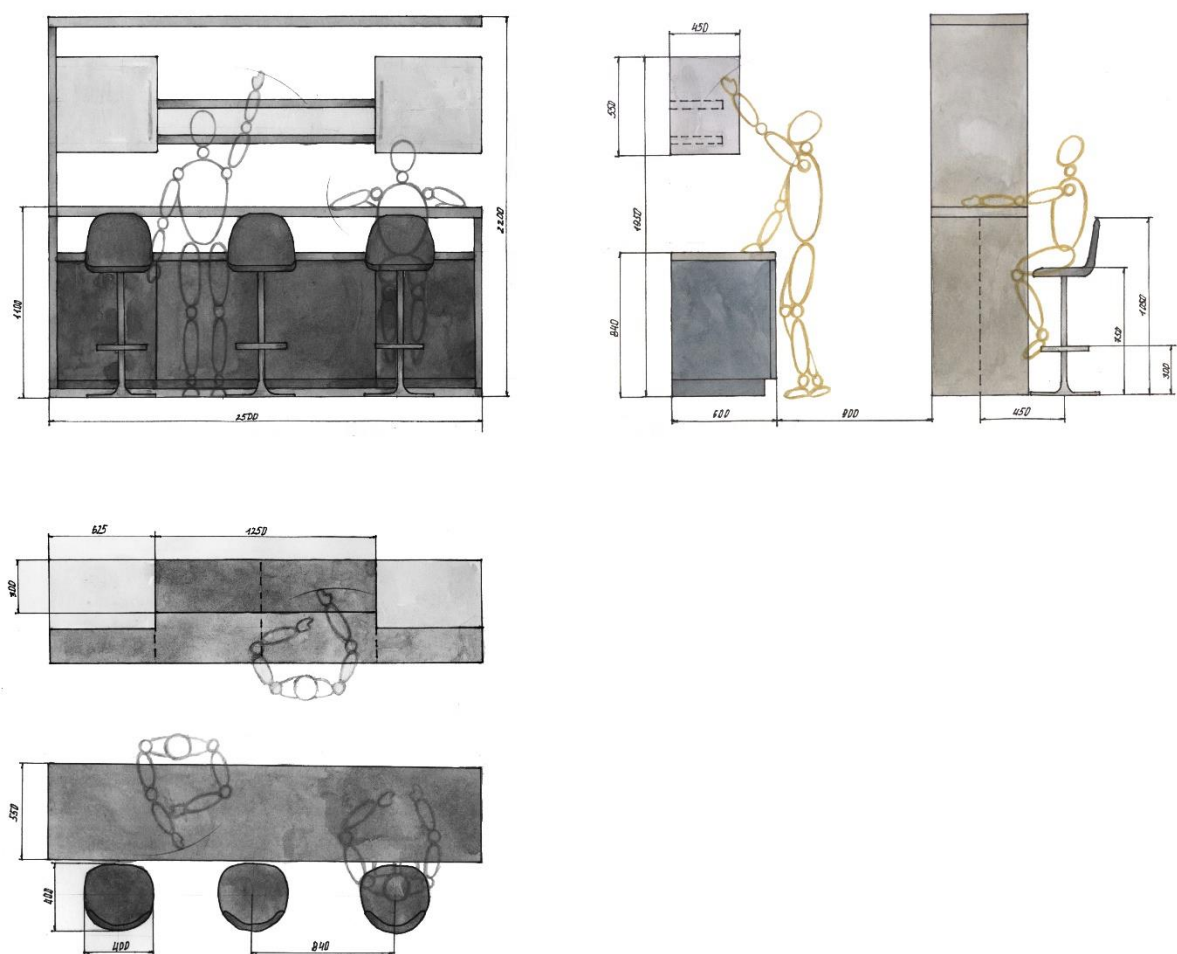


Рис. 27 – Соматографический анализ барной стойки для кафе

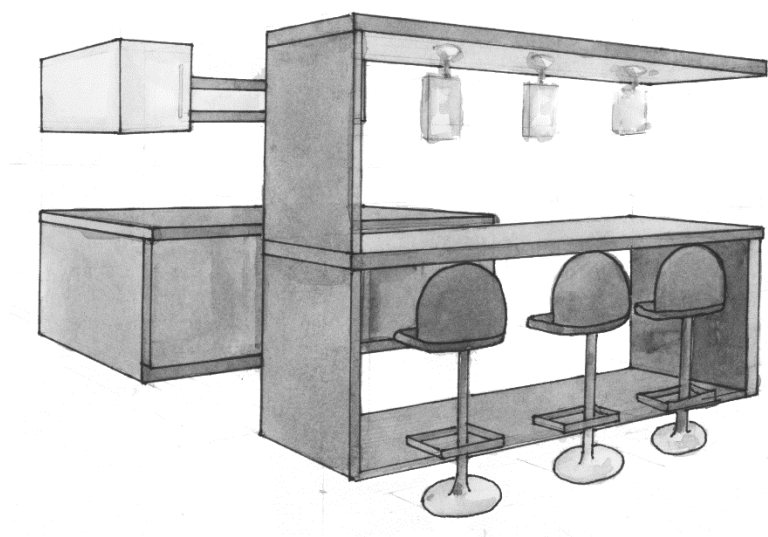


Рис. 28 – Аксонометрическое изображение барной стойки для кафе

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД: СОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БАРНОЙ СТОЙКИ

1.1. ИНФОРМАЦИОННЫЙ сбор фотоматериала

выборочный сбор фотоматериала
задания: исследование
функциональных элементов
барной стойки на предмет
эргономичности, удобства
использования, эстетичности
и т.д.



1.2. АНАЛИТИЧЕСКИЙ

2.1. СОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БАРНОЙ СТОЙКИ

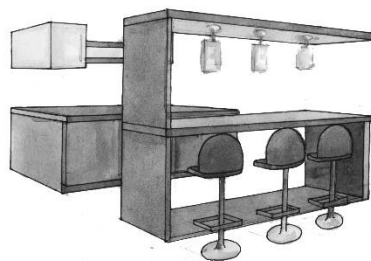
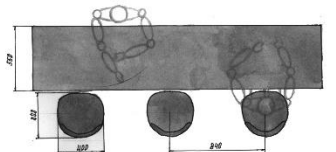
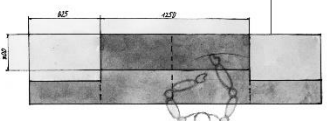
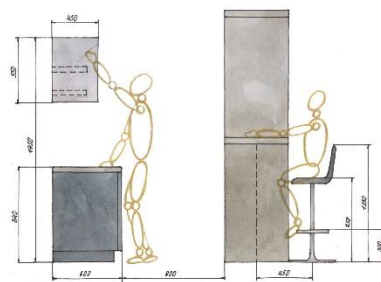
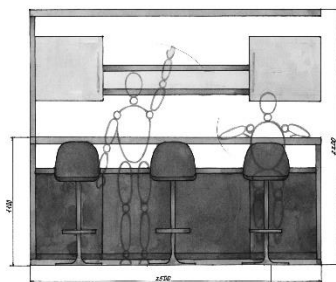
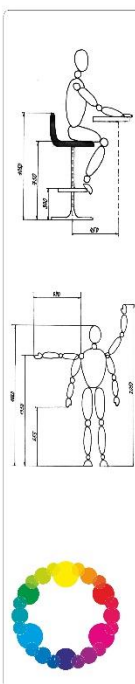


Рис. 29 – Практическое задание 1. Барная стойка для кафе

ЛИТЕРАТУРА

1. Барташевич, А.А. Конструирование мебели и столярных изделий: учебное пособие / А.А. Барташевич. – Минск: РИПО, 2019. – 276 с.: ил.
2. Джулиус, П. Основы эргономики. Человек, пространство, интерьер: справочник по проектным нормам / Панеро Джулиус, Зелник Мартин. – М.: Издательство: АСТ, Астрель, 2008. – 319 с.
3. Рунге, В.Ф. Эргономика в дизайне среды / В.Ф. Рунге, Ю.П. Манусевич. – М.: Архитектура-С, 2021. – 334 с.
4. Рунге, В.Ф. Основы теории и методологии дизайна / Ю.П. Рунге, В.В. Сеньковский. – М.: МЗ-Пресс, 2001.
5. Шимко, В.Т. Архитектурно-дизайнерское проектирование. Основы теории / В.Т. Шимко. – М.: Архитектура-С, 2006. – 296 с.

[illegible]

Учебное издание

ГЕРАСИМОВ Александр Анатольевич

ЭРГОНОМИКА

Методические рекомендации

Технический редактор

Г.В. Разбоева

Компьютерный дизайн

Е.А. Барышева

Подписано в печать 03.04.2025. Формат 60х84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 2,50. Уч.-изд. л. 2,79. Тираж 9 экз. Заказ 46.

Издатель и полиграфическое исполнение – учреждение образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

Свидетельство о государственной регистрации в качестве издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/255 от 31.03.2014.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».
210038, г. Витебск, Московский проспект, 33.