

Лекция 3.

Основные методы эргономических исследований (профессиографирование, соматографический анализ, метод перцентилей)

Антропометрия и соматография.

Антропометрические признаки имеют определяющее значение для расчета параметров рабочего места, при этом понятие «рабочее место» может иметь расширительную трактовку - как любой фрагмент предметно-пространственной среды, предназначенный для деятельности человека.

Пользуясь методикой расчета параметров «рабочего места» можно спроектировать как элемент, так и предметно-пространственный комплекс. Необходимо предварительно провести анализ деятельности для построения ее детальной структуры - «профессиографирование», с тем чтобы понять какие элементы среды участвуют в организации рабочего места, и какие к ним предъявляются требования. Этот метод является универсальным, и центральное место в нем занимает человек – пользователь среды, а вопросы удобства и безопасности становятся главными.

Для расчета параметров рабочего места используется «метод перцентилей».

Следующим шагом в понимании принципов объединения отдельных элементов рабочего места является принцип объединения их компоновочных размеров в общий габаритный размер, в котором учитываются пространственные параметры, необходимые для нахождения человека, его манипуляций и перемещения. Это универсальный метод, который позволяет понять принципы учета антропометрических параметров и их влияние на размеры отдельных элементов среды, объединяемых в комплекс.

Эргономические антропометрические признаки делятся на статические и динамические.

Статические признаки определяются при неизменном положении тела. Они включают размеры отдельных частей тела и габаритные, т.е. наибольшие размеры в разных положениях и позах человека.

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

При использовании числовых значений антропометрических признаков следует учитывать их особенности, обусловленные полом, возрастом и национальностью.

Значительные различия – по признаку **пола**

Эти различия велики как в положении сидя (меньше варьируется), так и в положении стоя.

Национальные различия по группам размеров меньше, но значительны особенно в продольном направлении – положение стоя.

Возрастные различия антропометрических признаков выражены не резко

- у молодых людей (20-30 лет) - все продольные размеры на 5 см. больше
- у лиц старшего возраста (30 – 50 лет) - поперечные, переднее-задние и обхватные размеры больше (приблизительно 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.

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

Перцентиль – сотая доля измеренной совокупности людей, которой соответствует определенное значение антропометрического признака.

Если всю совокупность наблюдений разделить на 100 равных частей, то получим 99 перцентилей.

Каждый перцентиль имеет свой порядковый номер.

1-й перцентиль отсекает в распределении частоты наименьших значений антропометрического признака, составляющие 1 % от суммы всех частей.

50 - й перцентиль отсекает в нормальном распределении значение соответствующее средней арифметической величине.

Числовые значения антропометрического признака соответствуют **верхней или нижней границе** выбранного объема работающих, и называются **пороговыми**. Они являются антропометрическими критериями при расчете параметров рабочих мест на основе метода перцентилей.

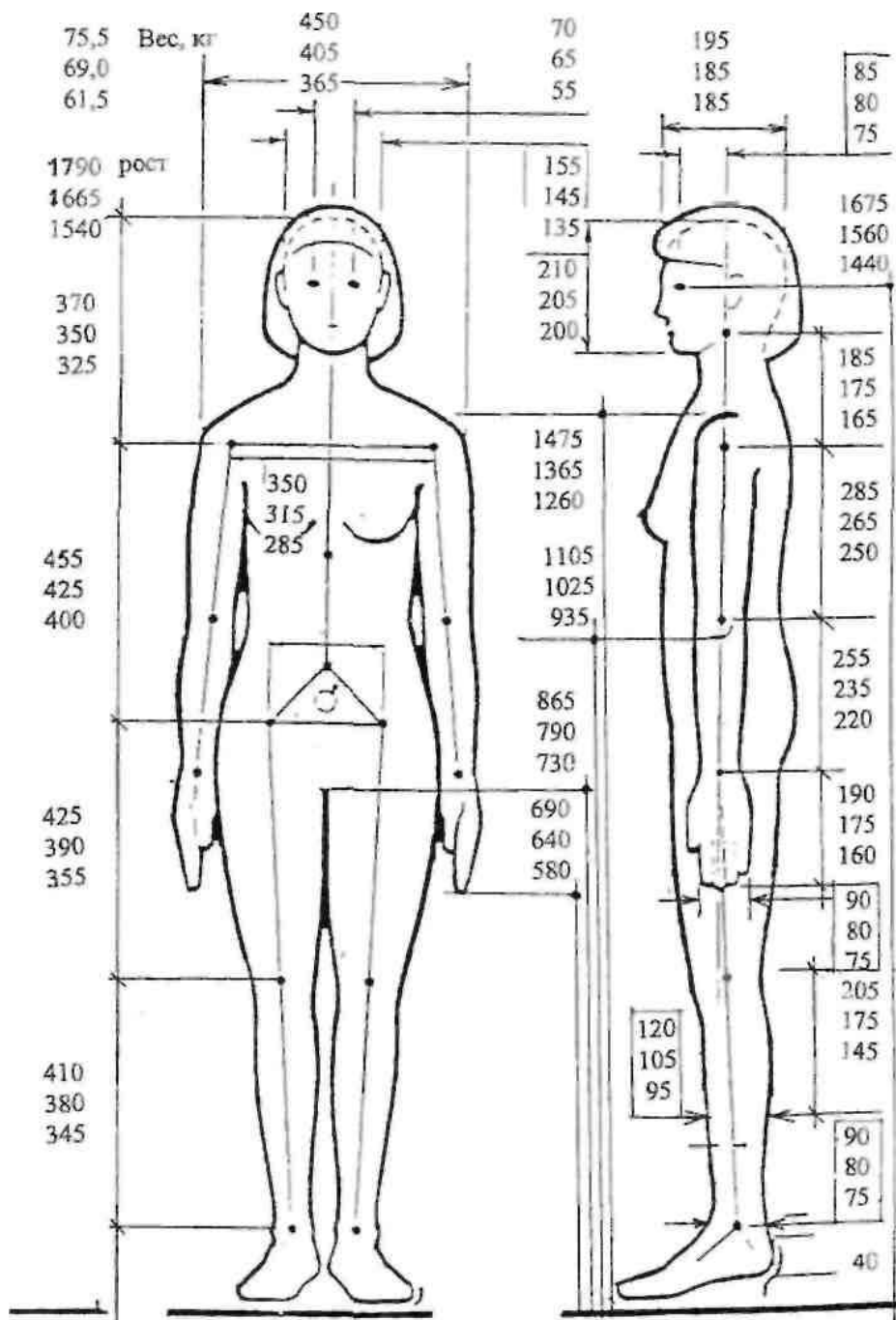
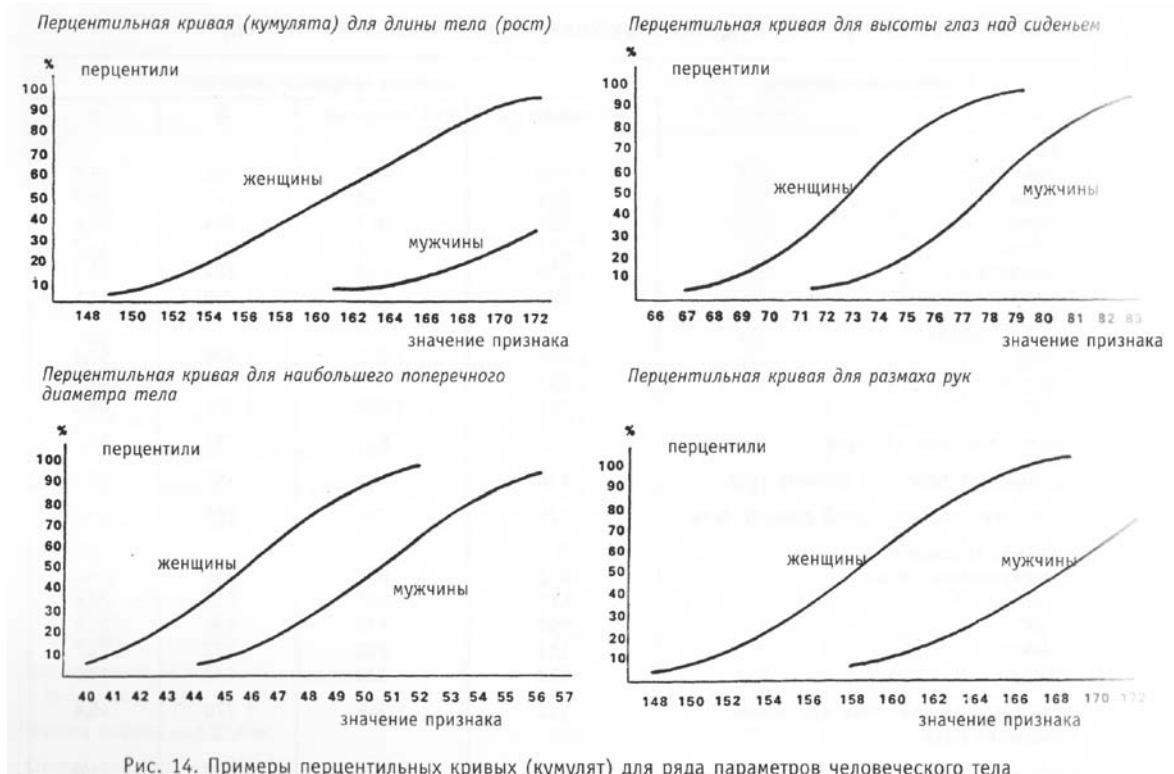


Рис. Антропометрические параметры взрослого человека (по Alvin R. Tilley); данные сгруппированы по трем перцентильям: верхнее значение — 95-й перцентиль, среднее — 50-й перцентиль, нижнее — 5-й перцентиль (90-е годы XX века)



Необходимо помнить, что наибольшие различия в размерах тела индивидуальные (внутригрупповые); затем межгрупповые (половые, национальные, возрастные).

- рассчитывать min пространство для размещения тела человека исходя из антропометрических данных людей, характеризующихся наибольшими продольными, поперечными и переднее-задними размерами тела.
- рассчитывать части рабочего пространства, которые связаны с досягаемостью, на основе антропометрических данных людей, характеризующихся наименьшими продольными, поперечными и переднее-задними размерами тела.

- использовать базы отсчета при проектировании рабочего места, которые соотносятся с базами, взятыми при измерении размеров тела

Базы отсчета при конструировании рабочего места

При расчете компоновочных параметров рабочих мест на основе антропометрических данных следует различать базы отсчета, используемые при измерении эргономических признаков и при расчете компоновочных параметров рабочего места.

В качестве баз отсчета используются следующие ограничительные плоскости:

1. В положении стоя

- плоскость пола (для измерения высоты точек над полом)
- стенка стенда (вертикаль для измерения поперечных и передне-задних размеров тела)

2. В положении сидя

- плоскость пола
- плоскость сиденья
- Спинка сиденья, перпендикулярная заднему краю сиденья.

Нулевые точки отсчета расположены в неподвижных плоскостях (пола, края оборудования, воображаемые линии, плоскости и т.п.)

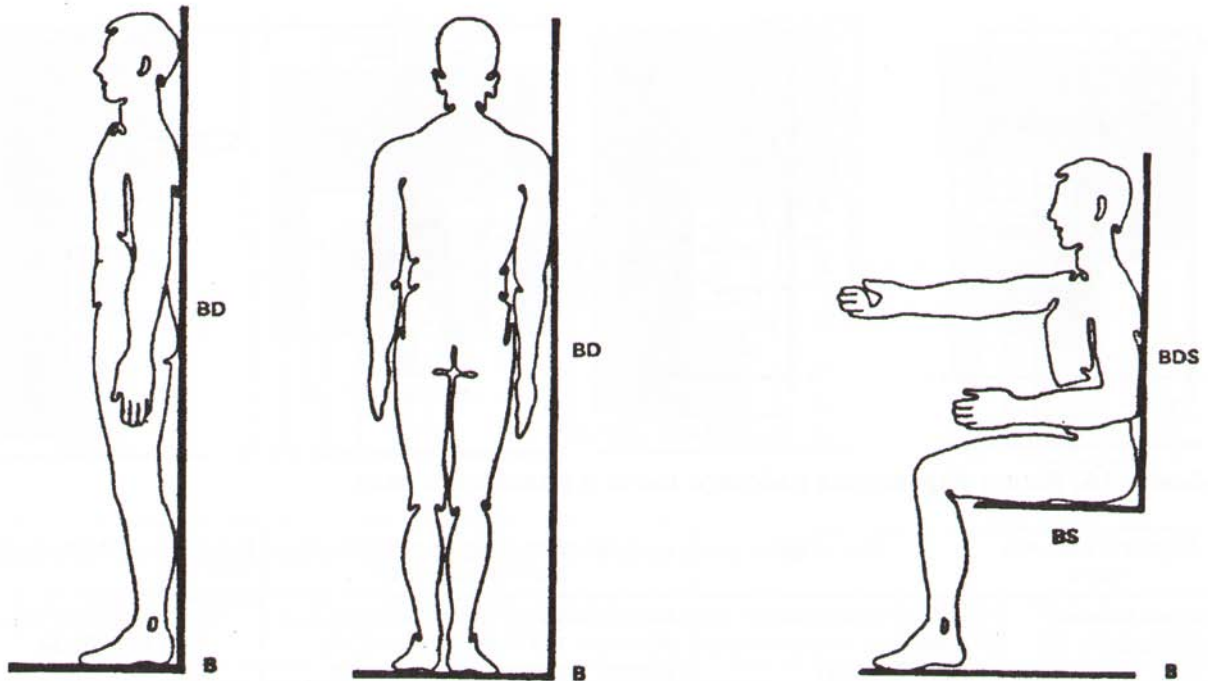


Рис. 20. Базы отсчета антропометрических признаков:
В, BD, BS, BDS — ограничительные плоскости, служащие базами отсчета при измерении антропометрических признаков

Конечные точки – те элементы оборудования, которые работающий может свободно без напряжения достать.

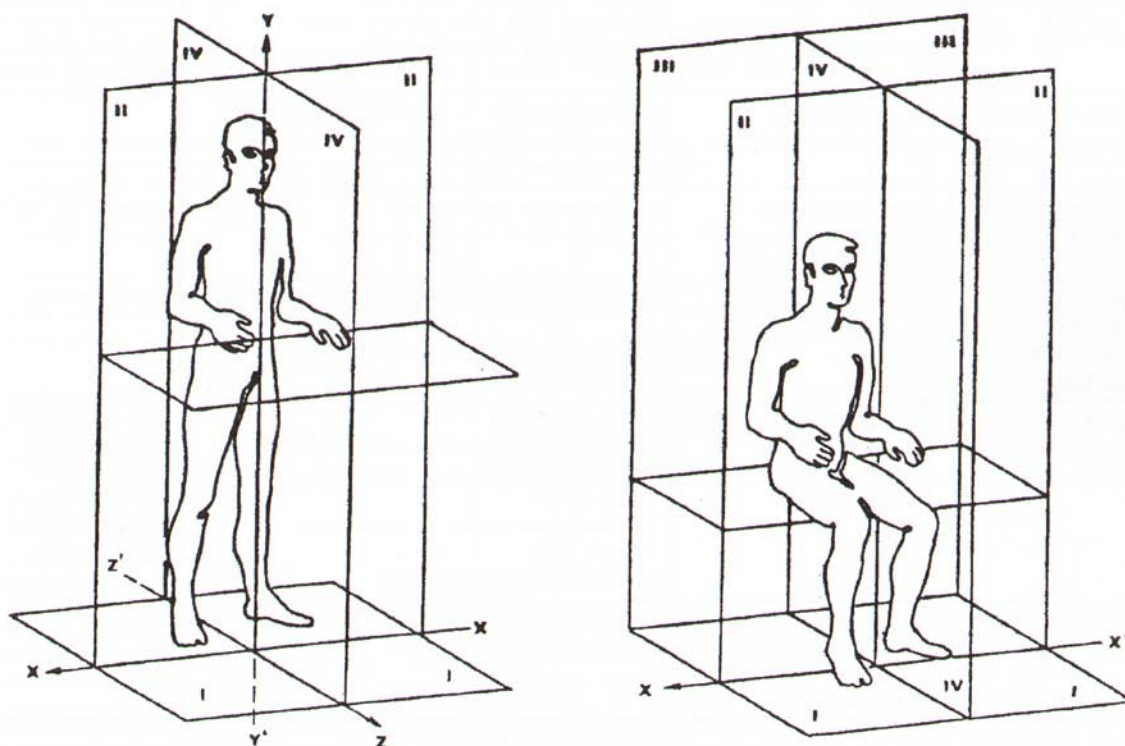


Рис. 21. Базы отсчета для измерения и расчета параметров рабочих мест:
 I, II, III, IV — базы отсчета для расчета параметров рабочего места на основе статических антропометрических признаков: I — горизонтальная плоскость; II и III — фронтальные плоскости, параллельные переднему краю оборудования (II) и заднему краю сиденья (III); IV — срединно-сагиттальная плоскость

В предлагаемых таблицах расчета параметров рабочего места наглядно представлена взаимосвязь антропометрических параметров и метода перцентилей (рис. 22—28, табл. 14—16).

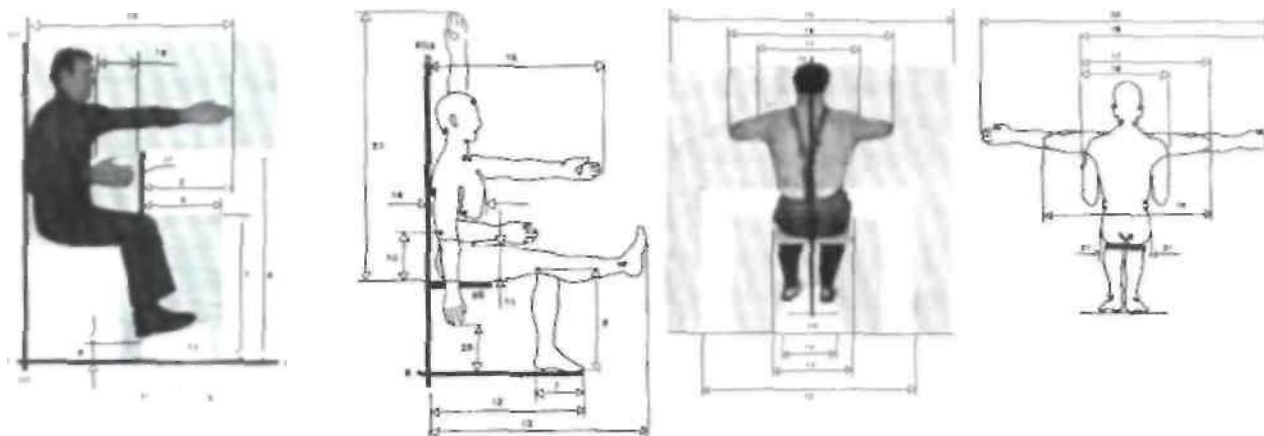


Таблица. Расчет параметров рабочего места в положении сидя.

Параметр рабочего места	База отсчета	Антропометрический признак для расчета параметра	Процент, %	Примечание
высота рабочей поверхности (6)	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 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	
досягаемость 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

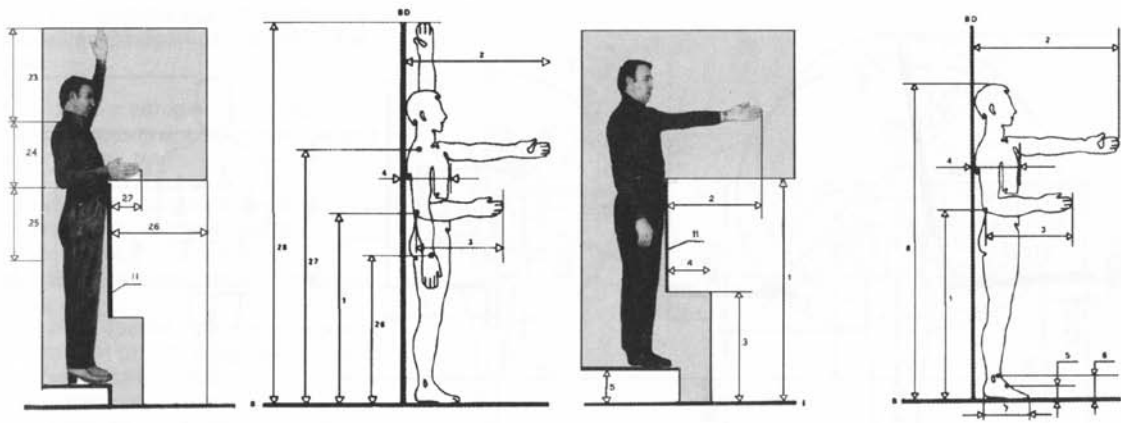


Таблица 15. Расчет параметров рабочего места в положении стоя

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 досягаемость 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 (6)		
глубина пространства для стоп (4)	передне-нижний край рабочей поверхности (II)	2/3 длины стопы (7)	95	необходимо учитывать диапазон регулирования высоты подставки для ног
высота подставки для ног (5)	пол или другая опорная поверхность для стоп (I)	различия между значениями длины тела (8), соответствующими 5 и 95% перцентилем	95	
досягаемость для рук по глубине в горизонтальной плоскости	передний край оборудования (II)	передняя досягаемость для рук (2) минус наибольший передне-задний диаметр тела (4)	5	
граница максимальной досягаемости (на уровне плечевого пояса) (26)	то же			
граница минимальной досягаемости (на уровне локтя) (27)		локтевая-пальцевая (3) минус 1/2 наибольшего передне-заднего диаметра тела (4)	95	
досягаемость рук в верхней зоне (23)	пол или другая опорная поверхность для стоп (I)	от высоты плеча над полом (27) до вертикальной досягаемости для руки (28)	5	в этой зоне размещаются редко используемые органы управления
в средней, оптимальной зоне (24)		от высоты плеча над полом (27) до высоты локтя над полом (1)	5	
в нижней зоне (25)		от высоты локтя над полом (1) до высоты лучевой точки над полом (26)	95	

Соматография – греч. «Soma» – тело и графия – метод схематического изображения человеческого тела в технической или иной документации.

Элементом приспособления труда к человеку является компоновка пространства рабочего места (безопасность, качество и скорость выполнения работы, здоровье).

Антропометрические данные служат для нормализации оборудования рабочих мест. Непосредственное использование антропометрических данных возможно только в самых простых случаях (высота сиденья, высота кабины и т.д.)

Разработан ряд методик:

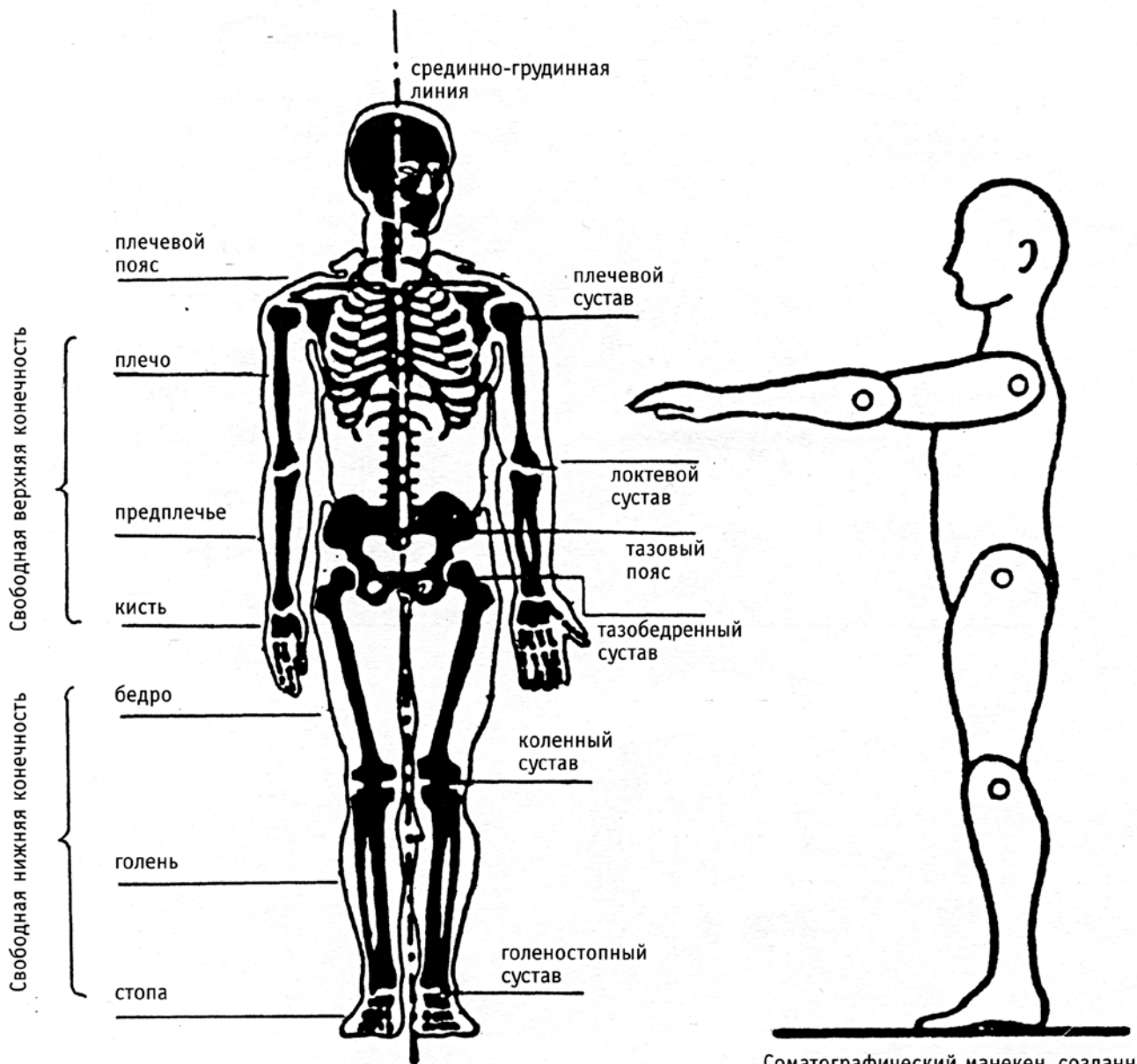
1 метод. Метод манекенов.

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

Методика менее точная, но более простая (хотя трудоемкая).

В основе манекенов лежит костная система человека, на которой определены центры окружностей – суставы, а контуры образуют касательные к этим окружностям. 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.



Соматографический манекен, созданный на основе анатомической модели человека

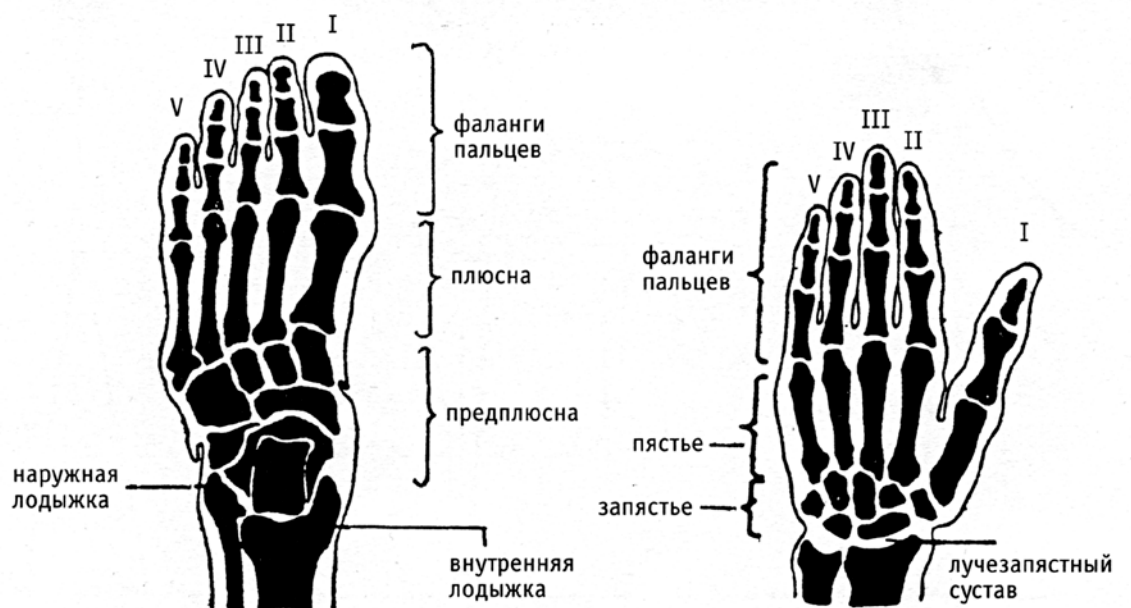
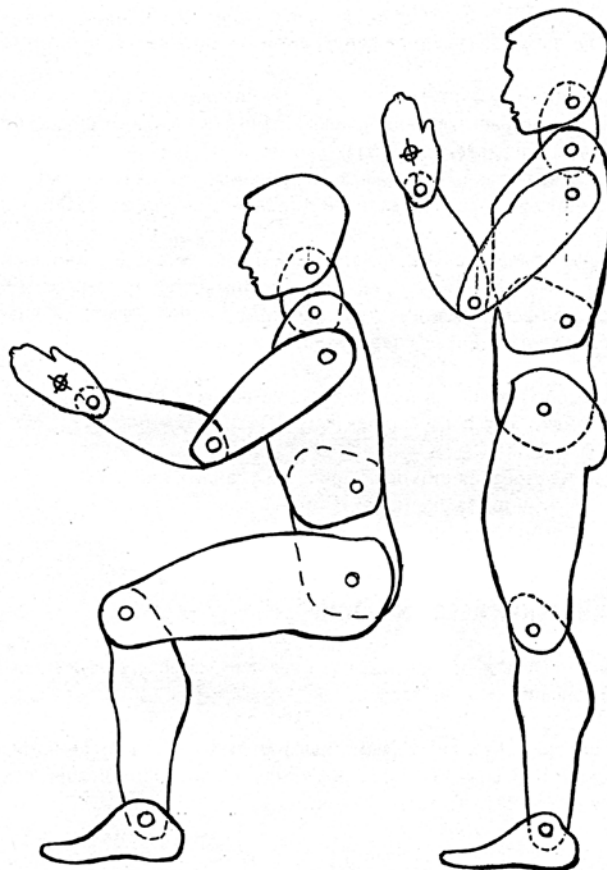


Рис. 30. Элементы анатомии, используемые в эргономике

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.

Габариты манекенов должны соответствовать не только средним, но и пороговым антропометрическим размерам.



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 при наложении на рабочие зоны в горизонтальной плоскости, например, на плоскость стола), а также в вертикальных плоскостях, параллельных и перпендикулярных к оси зрения глаза.

С помощью схематического 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.

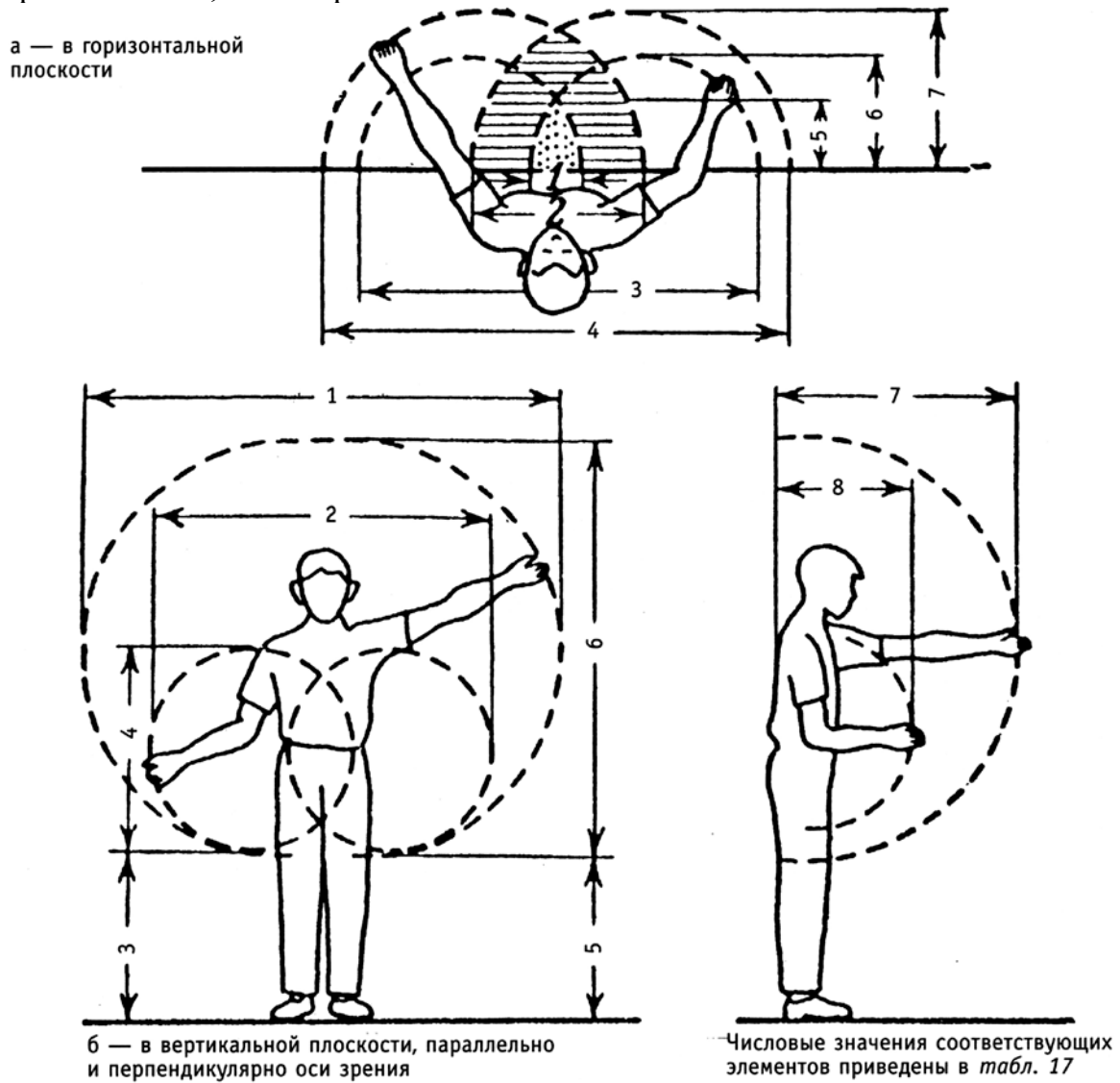


Рис. 33. Нормальные и максимальные рабочие зоны по Бениелли

Таблица 17. Нормальная и максимальная рабочие зоны

Обозначение на схеме рис. 33	Размеры рабочей зоны, см			
	в горизонтальной плоскости		в вертикальной плоскости	
	женщины	мужчины	женщины	мужчины
	рост, см (значение для 50 пертинциля)		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

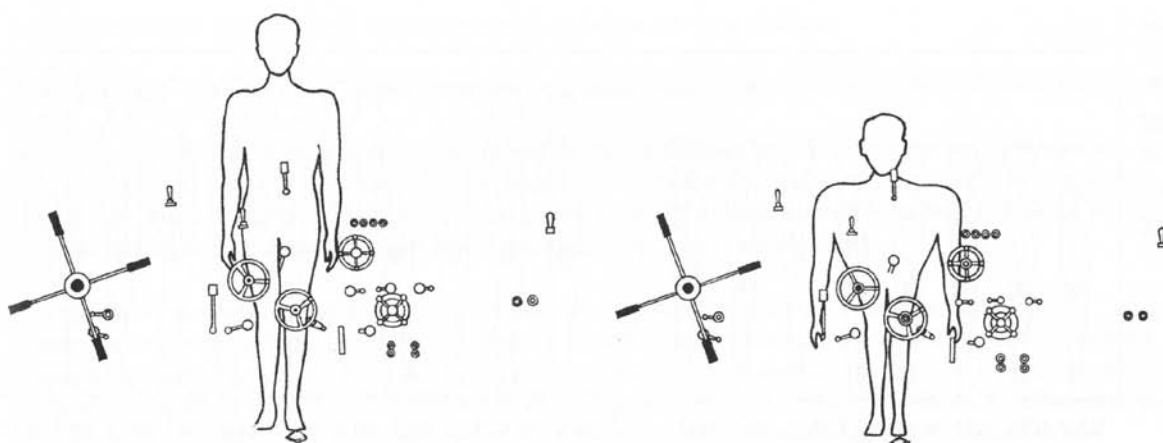
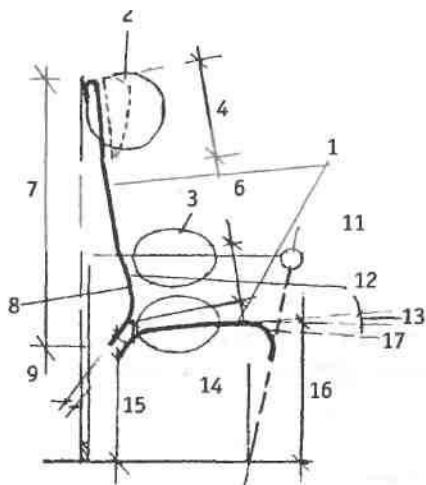
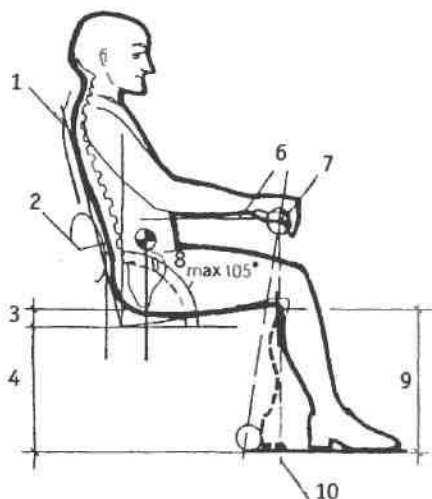


Рис. 15. Органы управления токарного станка трудно доступны для условного среднего мужчины и пригодны лишь для «идеального» оператора



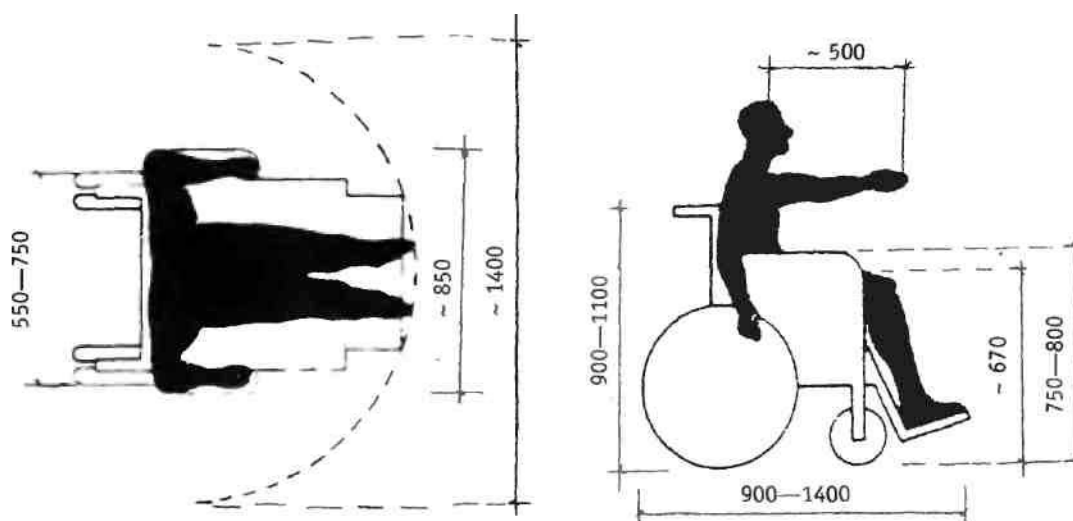
Данные для проектирования сидений наружных пространств.

Такие сиденья должны иметь полную спинку, включая нижнюю часть, поддерживающую поясницу, подлокотники. Высота сиденья 42,5 см, передний край закруглен: 1 — конфигурация кресла; 2 — опора для головы; 3 — дополнительный подлокотник; 4 — место опоры головы — 27 см; 5 — минимальная ширина сиденья 50 см; 6 — место поддержки торса 27,5 см; 7 — высота спинки 80 см; 8 — поясничная часть с изгибом 7,5 см; 9 — зазор под углом 45° — 2,5 см; 11 — место для руки (выходит за уровень края сиденья); 12 — место поддержки поясницы 15 см; 13 — уклон сиденья 4°; 14 — максимальная глубина сиденья 42,5 см; 15 — регулируемый параметр 30—40 см; 16 — максимальная высота 42,5 см; 17 — закругленный край сиденья.



Антропометрические данные сидящего человека с учетом физиологических изменений, свойственных людям пожилого возраста:

1. — спинка выгнута по контуру в соответствии с сутулыми плечами;
2. — поясничная область имеет жесткую поддержку на уровне 12,5 см от уровня сиденья;
3. — изгиб 6,25 см, соответствующий нагрузке 80 кг;
4. — поверхность плоскости сиденья 30—40 см;
6. — максимальное расстояние подлокотника от уровня сиденья 22,5 см;
7. — место руки на одном уровне с передним краем сиденья;
8. — максимальный угол 105° ;
9. — высшая точка сиденья 32,5—45 см;
- 10 — минимальное пространство для пятки 7,5 см



Пространство, требуемое для кресла-коляски.

Основой для назначения размеров помещений и оборудования взяты габариты наиболее употребительного типа кресел-колясок,двигаемых вручную и с помощью электрических аккумуляторов. Меньшие значения, как правило, относятся к коляскам для внутреннего пользования (в пределах жилища), большие размеры — к креслам-коляскам как наружного, так и внутреннего пользования. Пространство для разворота кресла-коляски должно быть диаметром 1 500 мм. Высота сиденья кресла-коляски, включая подушку сиденья, составляет 500—550 мм.

ДОСТУПНАЯ СРЕДА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ
 Размеры инвалидного кресла-коляски

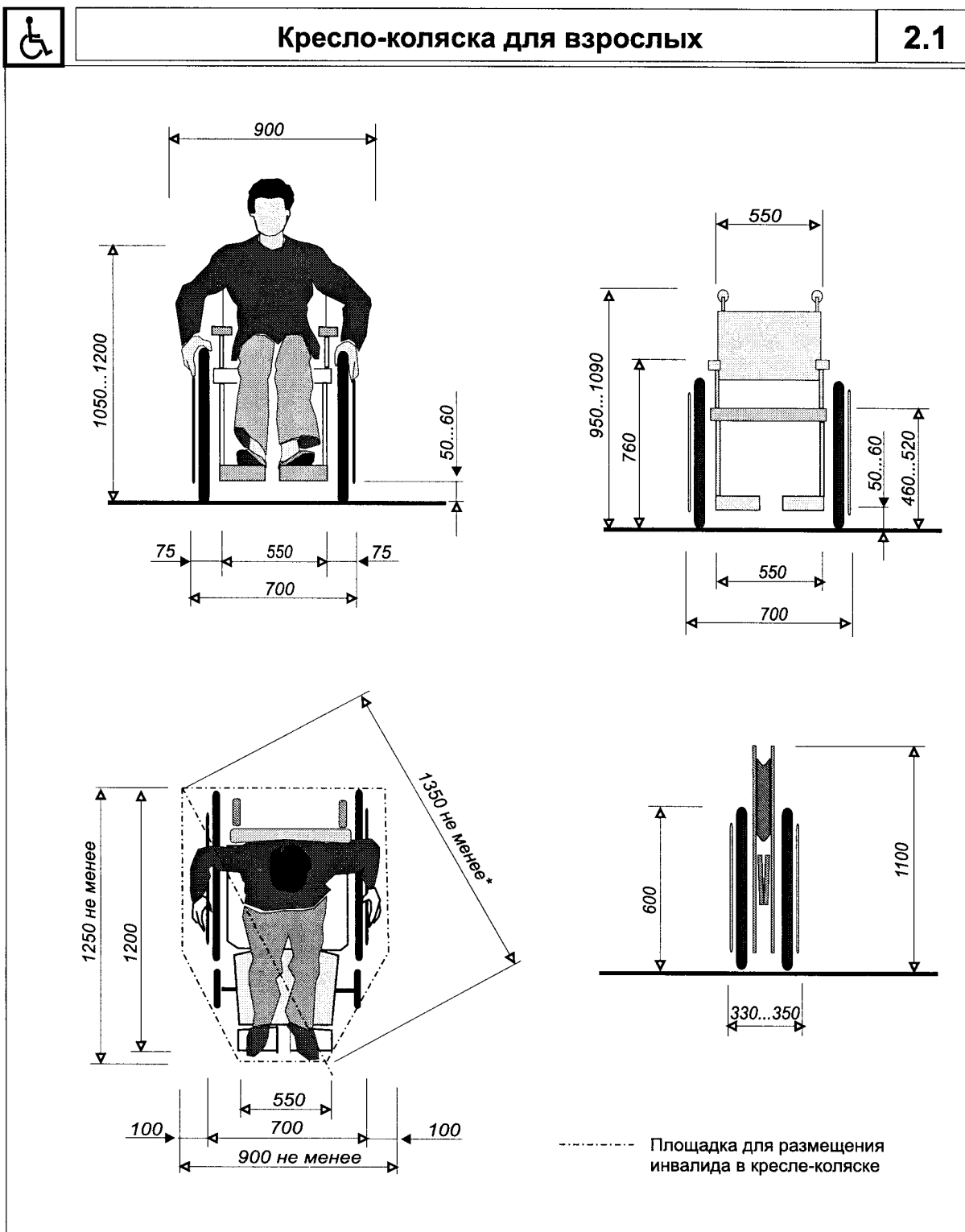
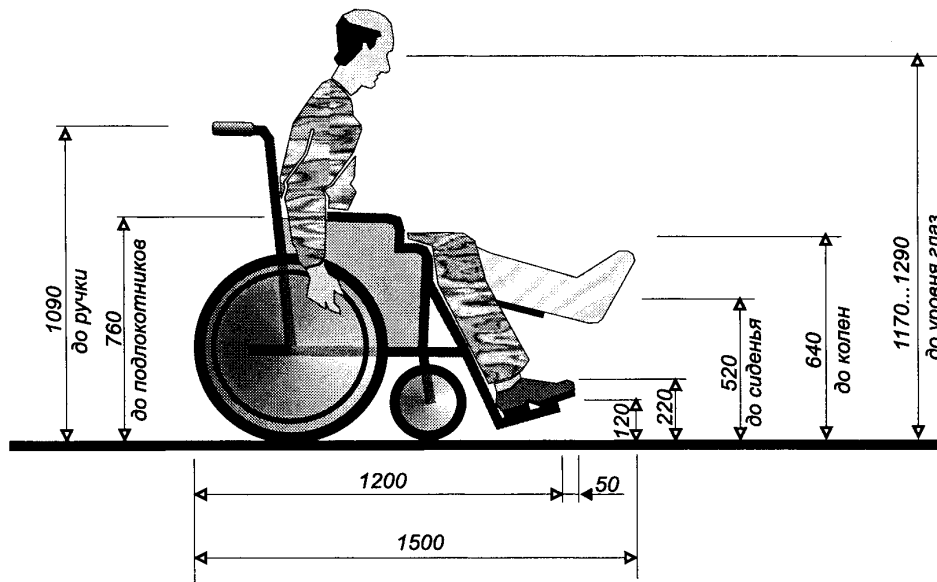


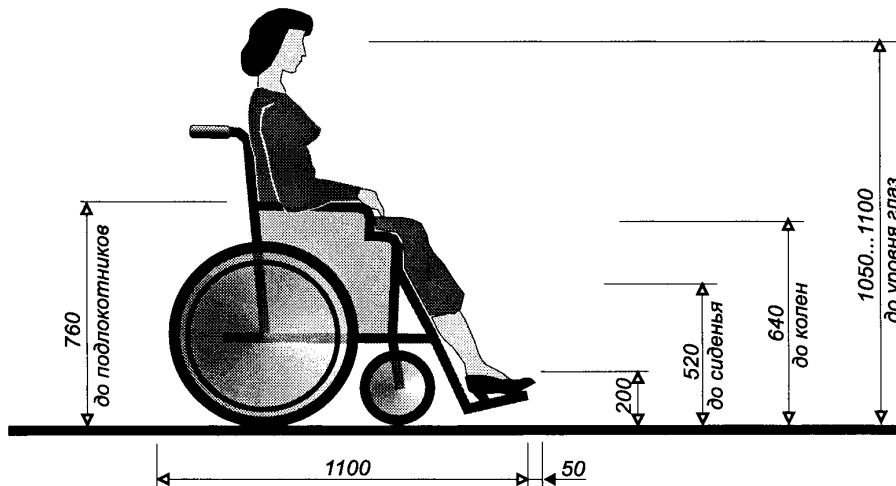
Рисунок. Кресло-коляска для взрослых.

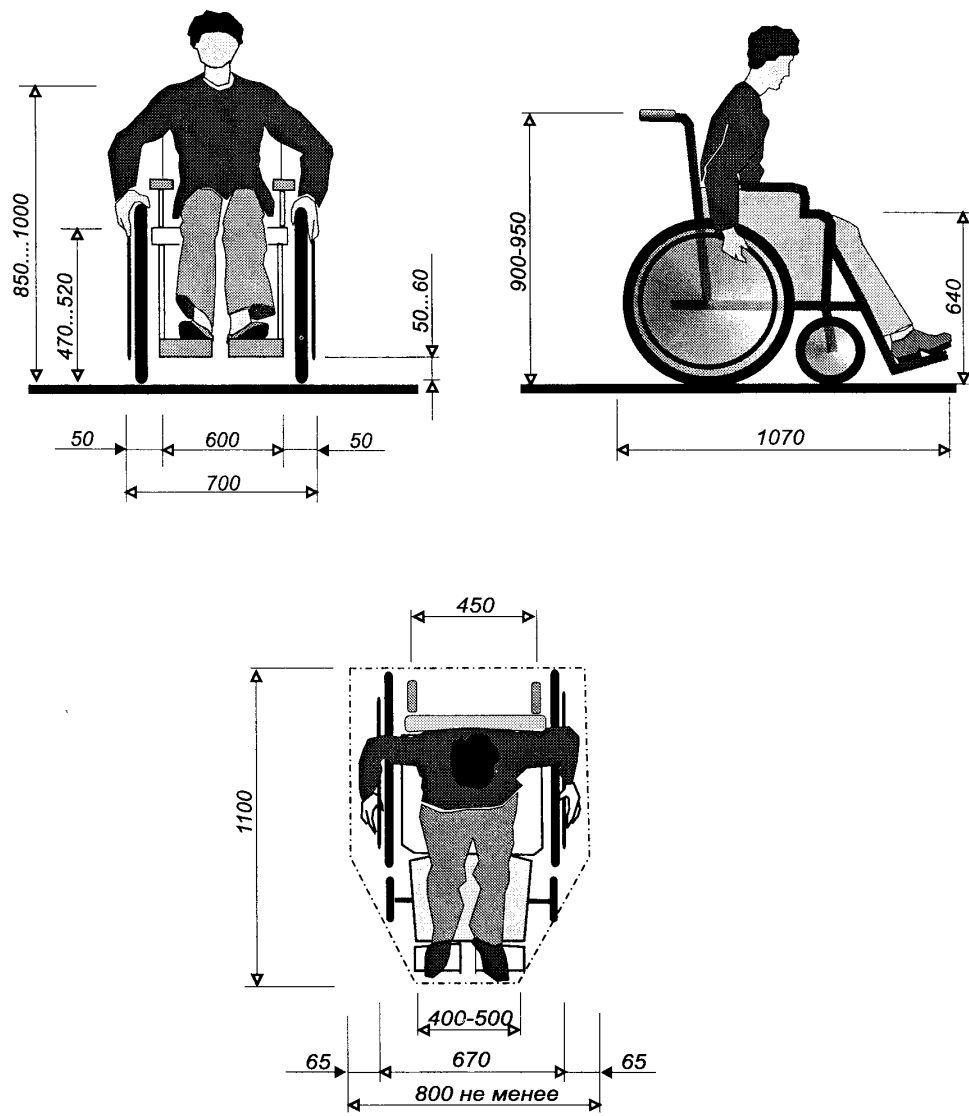


Кресло-коляска для мужчин



Кресло-коляска для женщин





----- Площадка для размещения инвалида на кресле-коляске

Рисунок. Габариты кресла-коляски школьника.

Параметры путей движения

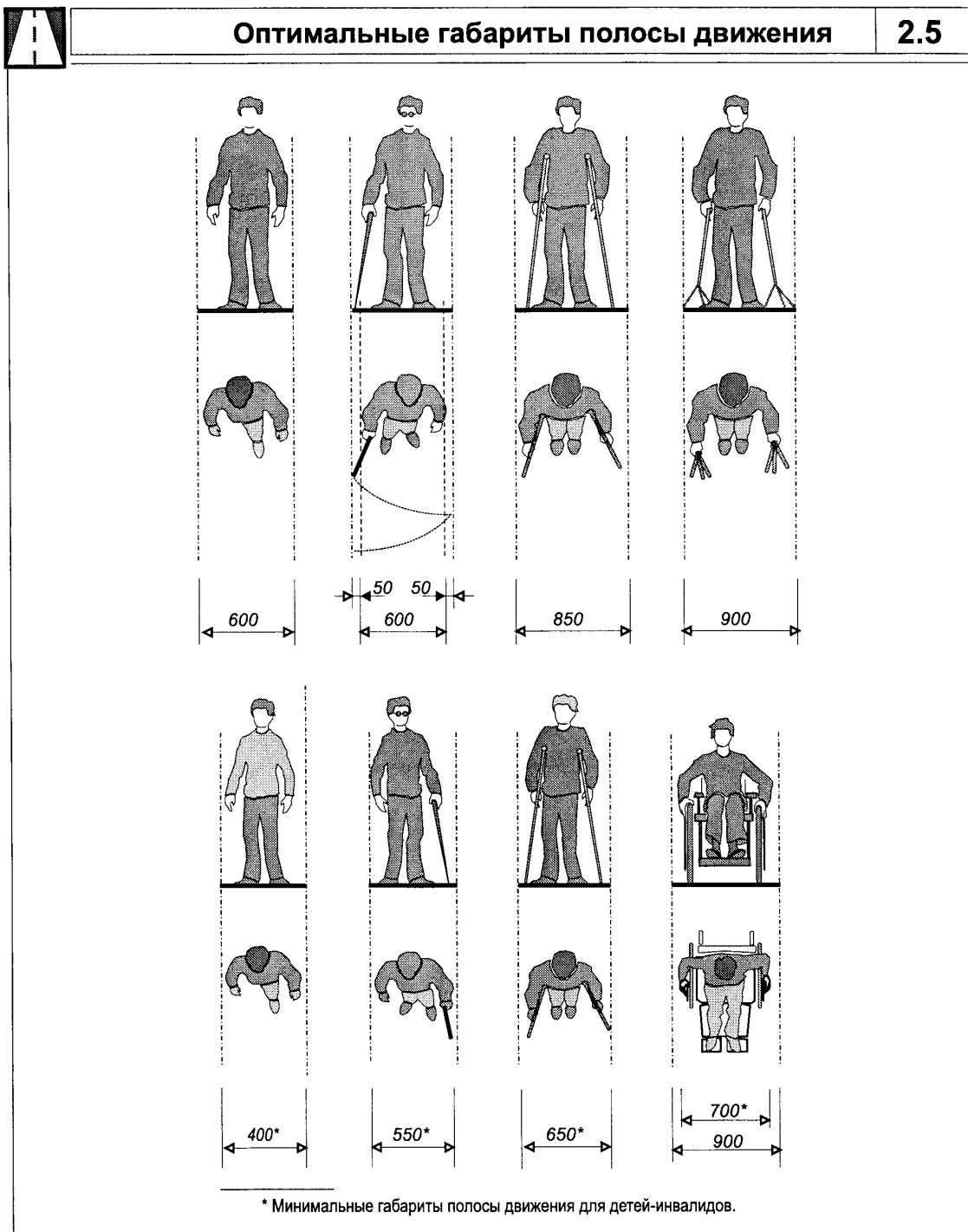
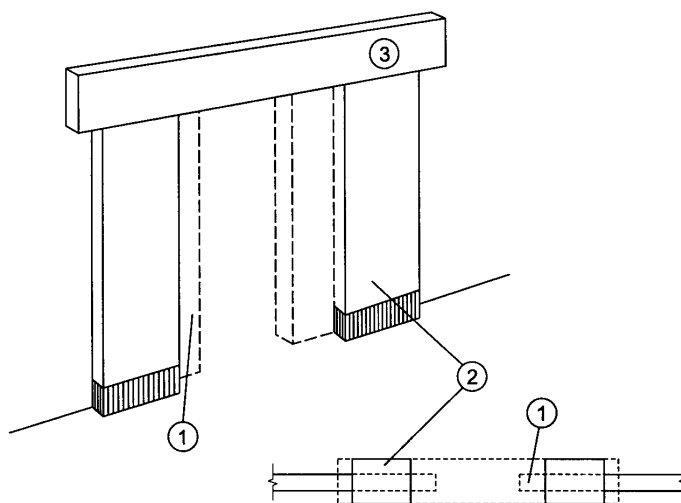


Рисунок. Оптимальные габариты полосы движения.



РАСШИРЕНИЕ ДВЕРНОГО ПРОЕМА



- 1 — расширяемая часть проема;
- 2 — усиливающие пилоны (при необходимости усиления несущей способности стены);
- 3 — усиленная перемычка

ПРИМЕРЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ВХОДНЫХ ПЛОЩАДОК

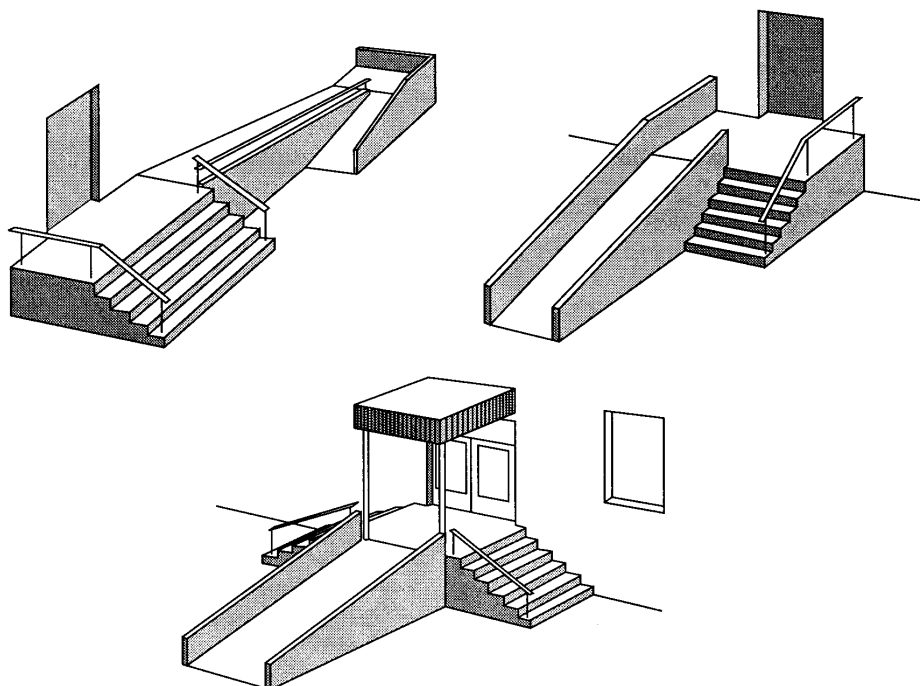
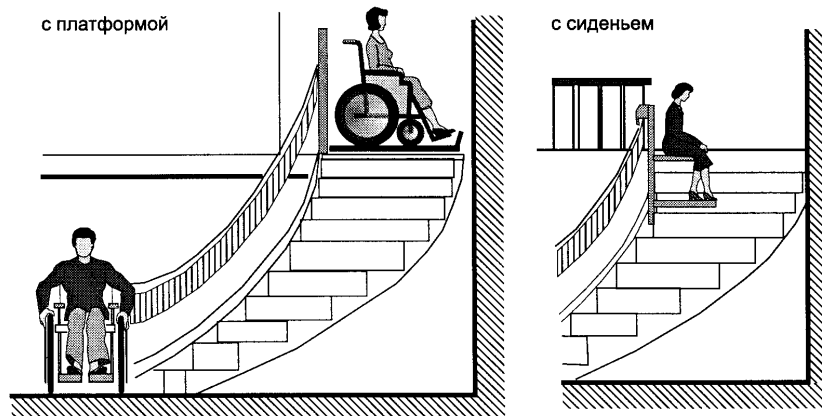


Рисунок. Входы в здания.

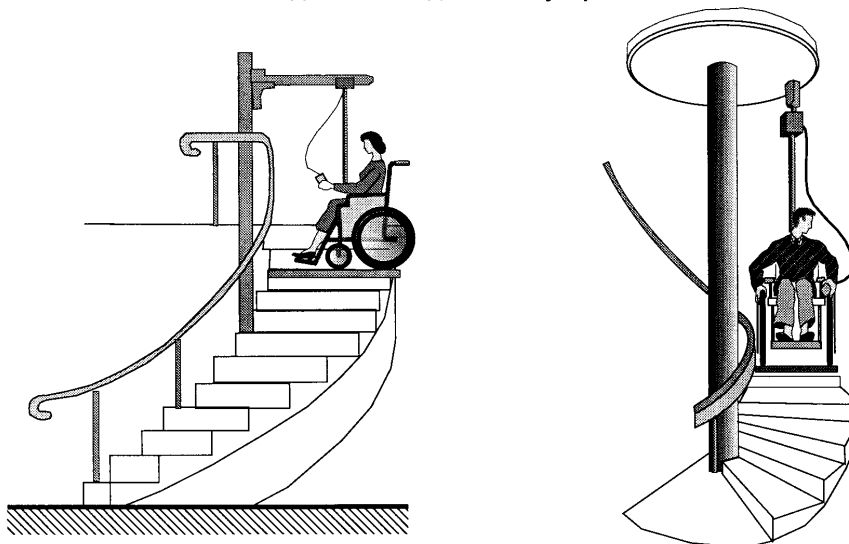
Вертикальные коммуникации. Лестницы и пандусы



А. Лестничные подъемные устройства



Б. Подвесные подъемные устройства



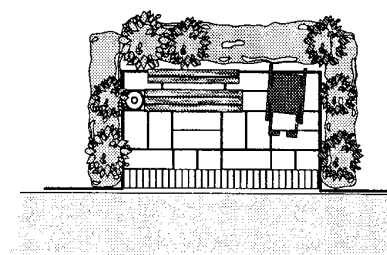
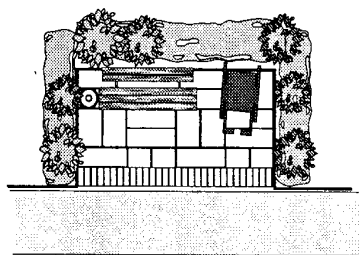
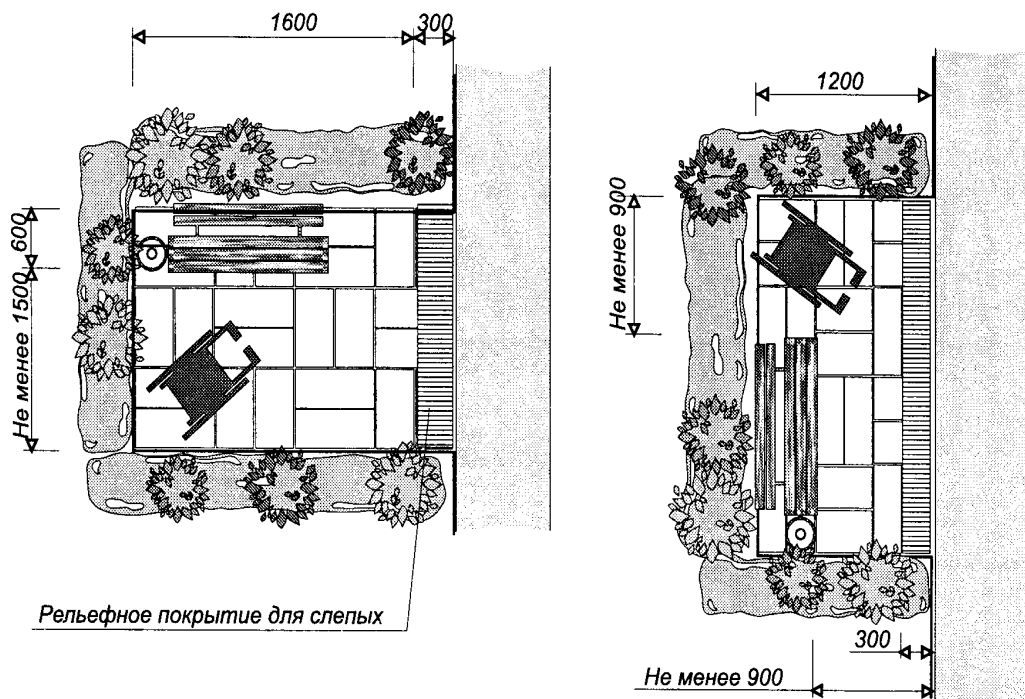
А. Лестничное подъемное устройство:

- размеры платформы, мм: 680x750, 800x1000, 900x1200
- угол подъема — 0—90°
- грузоподъемность, кг: 150, 200, 250—300
- габариты в сложенном виде, мм: ширина — 300, длина 500—1800, высота — 900.

Б. Подвесное подъемное устройство:

- габаритные размеры грузонесущей части, мм — 400x200x300
- угол подъема (max) — 90°
- радиус поворота направляющей (min), м — 0,3
- грузоподъемность, кг — 150, 200, 250, 300

Рисунок. Индивидуальные подъемные устройства.



Не менее 200 м
расстояние между площадками
для отдыха

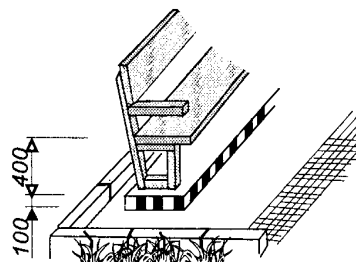
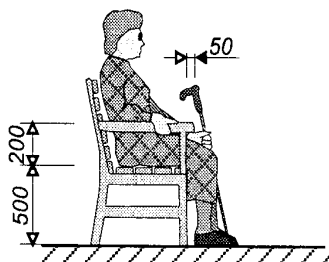
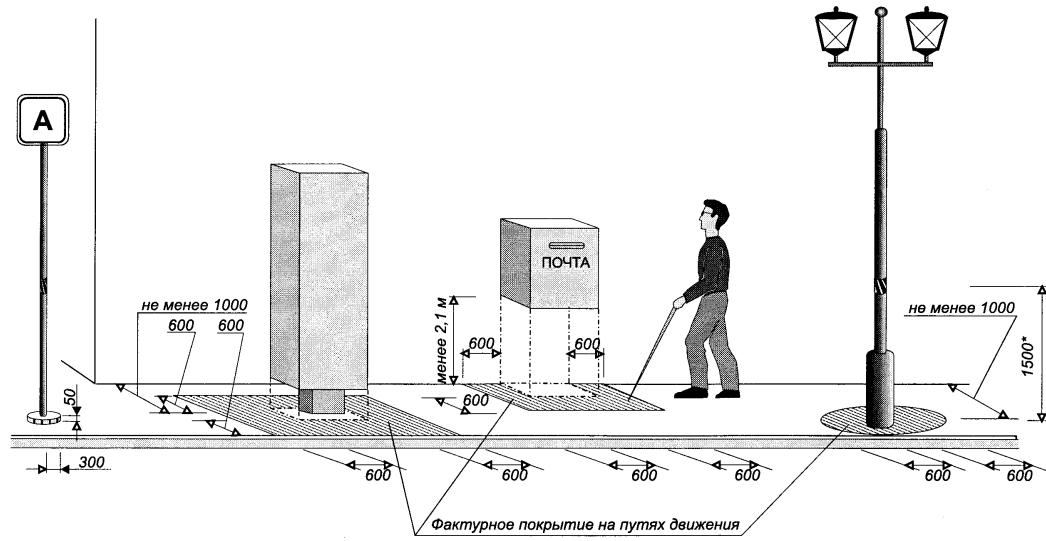


Рисунок. Площадки для отдыха на пешеходных путях.



* Высота до маркировки на столбе.



Зоны досягаемости и эргономические параметры инвалидов и престарелых.

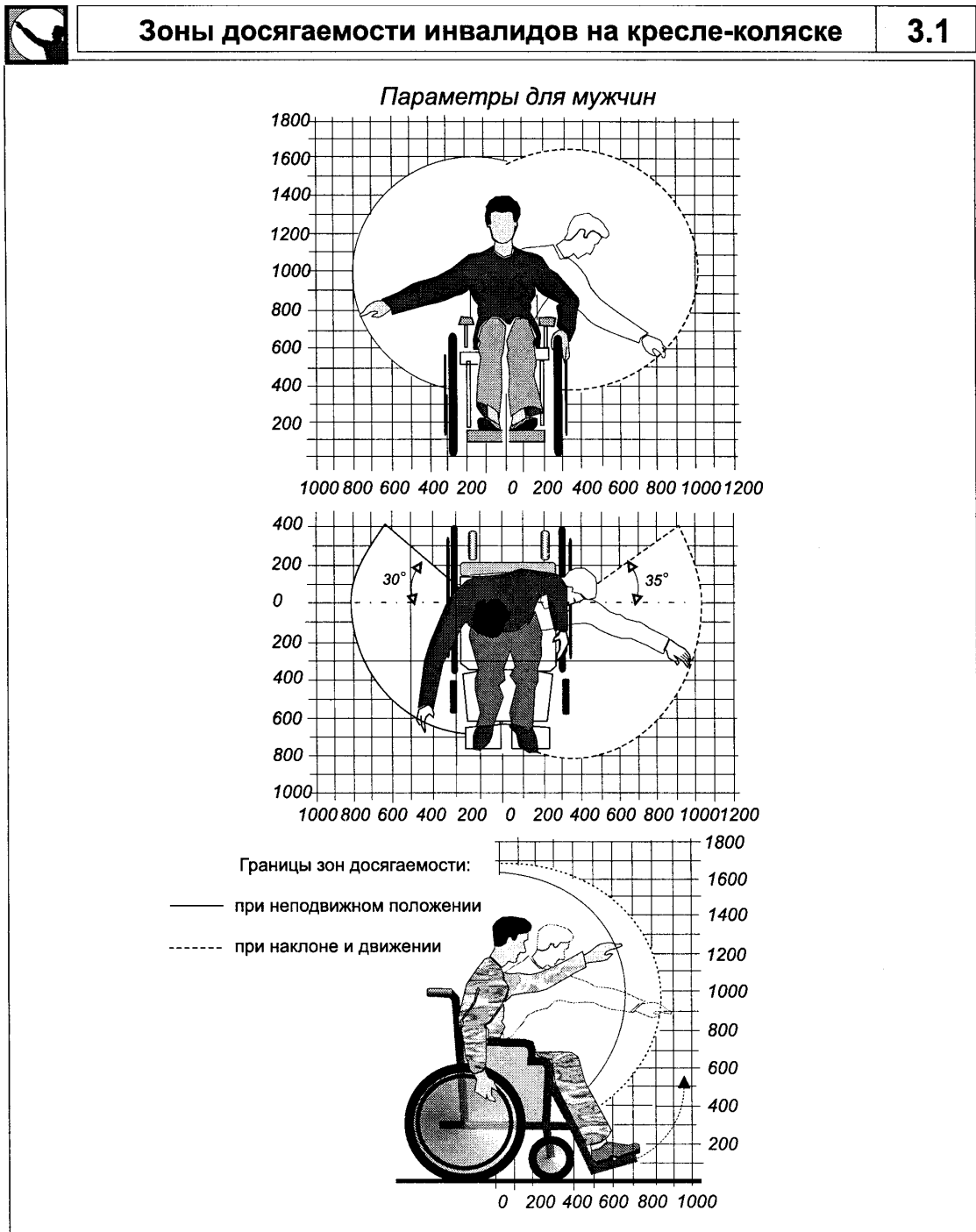


Рисунок. Зоны досягаемости инвалидов на кресле-коляске.



Параметры для женщин

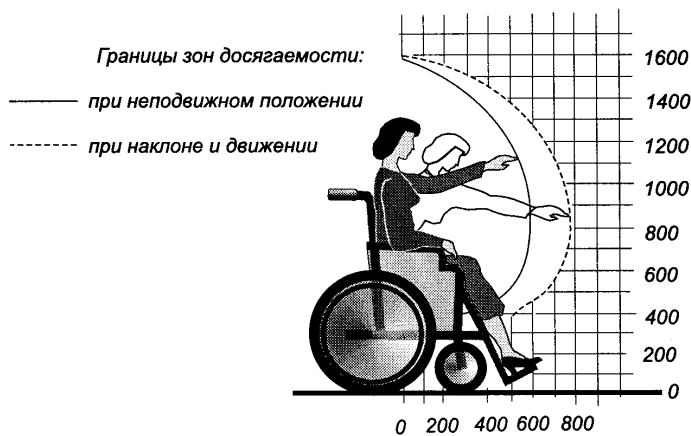
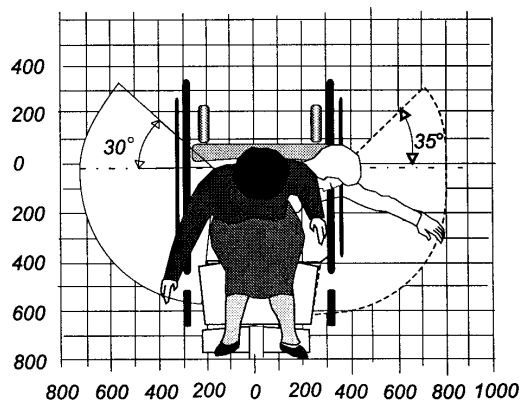
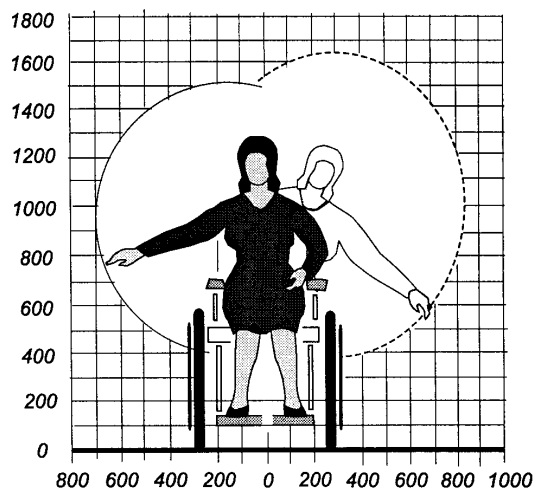


Рисунок. Параметры досягаемости при боковом доступе.

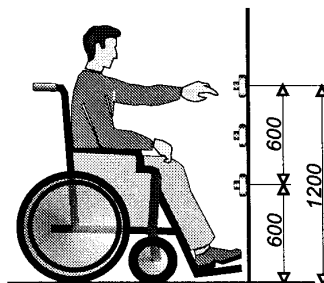
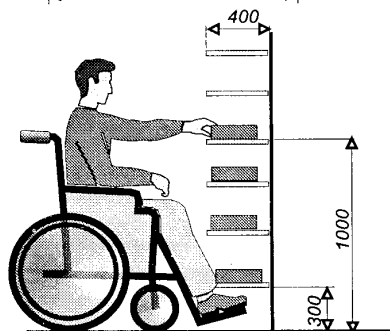
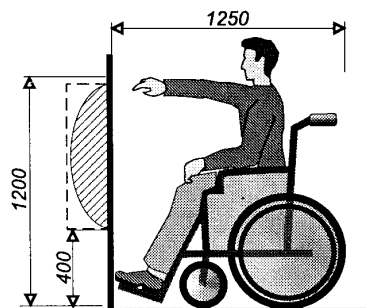
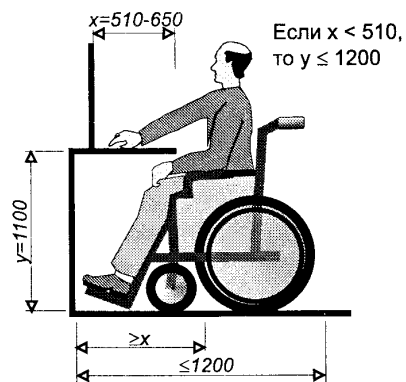
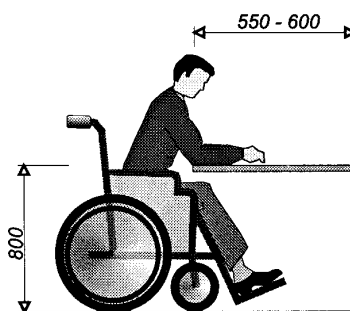
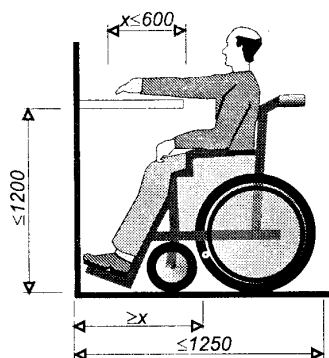
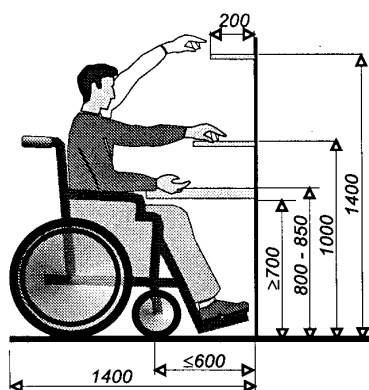
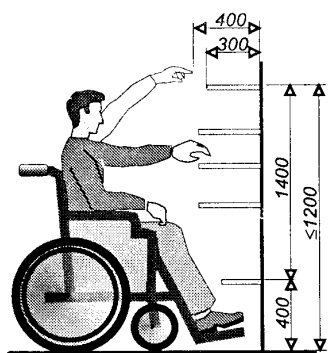


Рисунок. Параметры досягаемости при фронтальном доступе.