

# **Лекция 6. Совместимость элементов системы «человек – окружающая среда».**

## **Эргономика.**

**Под системой понимается такая совокупность элементов, взаимодействие между которыми адекватно целям, стоящим перед системой.**

**Бинарная система «человек – окружающая среда» - многоцелевая. Одна из целей, стоящих перед данной системой - безопасность, т.е. нанесение ущерба здоровью человека.**

**Для того, чтобы исключить отрицательные последствия взаимодействия внешней среды и организма, необходимо обеспечить определенные условия функционирования системы «человек – окружающая среда».**

**Характеристики человека относительно постоянны.**

**Элементы внешней среды поддаются регулированию в более широких пределах.**

**Следовательно, решая вопросы безопасности системы «человек – окружающая среда», необходимо учитывать, прежде всего, особенности человека.**

**Человек в системах безопасности выполняет 3 (три) роли:**

- 1) является объектом защиты;**
- 2) выступает средством обеспечения безопасности;**
- 3) сам может быть источником опасностей.**

**Таким образом, звенья системы «человек – окружающая среда» органически взаимосвязаны.**

**Чтобы система «человек – окружающая среда» функционировала эффективно и не наносила ущерба здоровью человека, необходимо обеспечить **совместимость характеристик окружающей среды и человека.****

**Совместимость характеристик окружающей среды и человека достигается при помощи следующих основных направлений:**

- 1. Антропометрическая совместимость**  
предполагает учет размеров тела человека, возможности обзора внешнего пространства, положения (позы) оператора в процессе работы. При решении этой задачи определяют объем рабочего места, зоны досягаемости для конечностей оператора, расстояние от оператора до приборного пульта и др.;
- 2. Биофизическая совместимость**  
подразумевает создание такой окружающей среды, которая обеспечивает приемлемую

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

**4. Информационная совместимость** имеет особое значение в обеспечении безопасности. В сложных системах человек обычно непосредственно не управляет физическими процессами. Зачастую он удален от места их выполнения на значительные расстояния. Объекты управления могут быть невидимы, неосязаемы, неслышимы. Человек видит показания приборов, экранов, мнемосхем, слышит сигналы, свидетельствующие о ходе процесса. Все эти устройства называют

**5. Социальная совместимость** predetermined тем, что человек - существо биосоциальное. Решая вопросы социальной совместимости, учитывают отношения человека к конкретной социальной группе и социальной группы к конкретному человеку;

**6. Психологическая совместимость** связана с учетом психических особенностей человека;

**7. Технико-эстетическая совместимость** заключается в обеспечении удовлетворенности человека от общения с техникой, цветового климата, от процесса труда. Для решения многочисленных и чрезвычайно важных технико-эстетических

**Термин «эргономика» (эргос - труд, номос – закон) был принят в Англии в 1949 г., когда группа английских ученых положили начало организации Эргономического исследовательского общества.**

**Развитие эргономики по десятилетиям можно охарактеризовать так:**

**1950-е – военная эргономика;**

**1960-е – промышленная эргономика;**

**1970-е – эргономика товаров широкого потребления;**

**1980-е – интерфейс «человек – компьютер» и эргономика программного обеспечения;**

**1990-е – когнитивная и организационная эргономика.**

**К концу XX века выделились 3 (три) главных направления внутри эргономики:**

**1. Эргономика физической среды,** рассматривающая вопросы, связанные с анатомическими, антропометрическими, физиологическими и биомеханическими характеристиками человека, имеющими отношение к физическому труду;

**2. Когнитивная эргономика** связана с психическими процессами, такими как, например, восприятие, память, принятие решений, поскольку они оказывают влияние на взаимодействие между человеком и другими элементами системы;

**3. Организационная эргономика** рассматривает вопросы, связанные с оптимизацией социотехнических систем, включая их организационные структуры и процессы управления.

**Ниже приведены некоторые из многочисленных определений эргономики:**

**Эргономика - наука, изучающая различные предметы, находящиеся в непосредственном контакте с человеком в процессе его жизнедеятельности.**

**Эргономика - эта научная дисциплина, комплексно изучающая человека в конкретных условиях его деятельности, влияние разного рода факторов на его работу.**

**Эргономика - отрасль науки, изучающая человека (или группу людей) и его (их) деятельность в условиях производства с целью совершенствования орудий, условий и процесса труда.**

**Основная цель эргономики - разработать форму предметов и предусмотреть систему взаимодействия с ними, которые были бы максимально удобными для человека при их использовании. Основная цель разбивается на подцели:**

**Первая цель эргономики - повышение эффективности системы «человек-техника-среда», под которой следует понимать способность системы достигать поставленной цели в заданных условиях и с определенным качеством.**

**Вторая цель эргономики – обеспечение безопасности труда.**

**Третья цель эргономики - обеспечение условий для развития личности человека в**

**Предметом эргономики является трудовая деятельность, а объектом исследования - системы "человек - орудие труда - предмет труда - производственная среда", метод исследования - системный подход.**

**Изучение и проектирование эргатических систем обусловили появление исследовательских задач, решаемых в эргономике:**

**Задачи, связанные с описанием характеристик человека как компонента автоматизированной системы.**

**Задачи проектирования новых средств деятельности, относящихся преимущественно к обеспечению взаимодействия человека и машины.**

**Задачи системного характера, связанные с распределением функций между оператором и машиной, с организацией рабочего процесса, а также задачи подготовки, тренировки и отбора операторов**

**Эргономическую оценку системы «человек – техника - среда» можно осуществить дифференцированным методом, при котором используются эргономические показатели:**

- антропометрический;**
- гигиенический;**
- физиологический;**
- психо-физиологический;**
- психологический.**

**Первый показатель (антропометрический),** отражает соответствие машины размерам и форме тела работающего человека, подвижности частей тела и другим параметрам. Он характеризует рациональную и удобную позу, правильную осанку, оптимальную хватку рукояток, максимальные и оптимальные зоны рук и ног и т.д.

**Второй показатель (гигиенический)** характеризует гигиенические условия жизнедеятельности и работоспособности человека при его взаимодействии с системой «человек-техника-среда».

**Третья и четвертая группа показателей (физиологический и психофизиологический)** - характеризуют те эргономические требования, которые определяют соответствие системы «человек-техника-среда» силовым, скоростным, энергетическим, зрительным, слуховым, осязательным, обонятельным возможностям и особенностям человека.

**Пятый групповой показатель (психологический),** отражает соответствие машины возможностям и особенностям восприятия памяти, мышления, психомоторики, закрепленным и вновь формируемым навыкам работающего человека, степени и характеру группового взаимодействия межличностных отношений, совместной деятельностью по

**В эргономике, изучающей законы оптимизации рабочих условий, антропометрия (от греч. *антропо* - человек и *метрия* - измеряю) является базовой научной и прикладной дисциплиной.**

**Антропометрия занимается изучением размеров и формы человеческого тела и его составных частей, исследует направления и пределы движений частей тела и силы мускулов. Она является частью общей науки о человеке - антропологии.**

**Без знания основных антропометрических характеристик невозможно правильно разместить органы управления автомобилем или трактором.**

**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 массы, соответствующая размерным характеристикам и характеристикам массы частей человеческого тела и взаимного их расположения.**

**Антропометрическими характеристиками являются, например, рост человека, окружность головы, длина голени, масса тела, углы и вращения в суставах и т.д.**

**Антропометрические характеристики являются случайными величинами, подчиняющимися нормальному закону распределения (См. рисунок).**

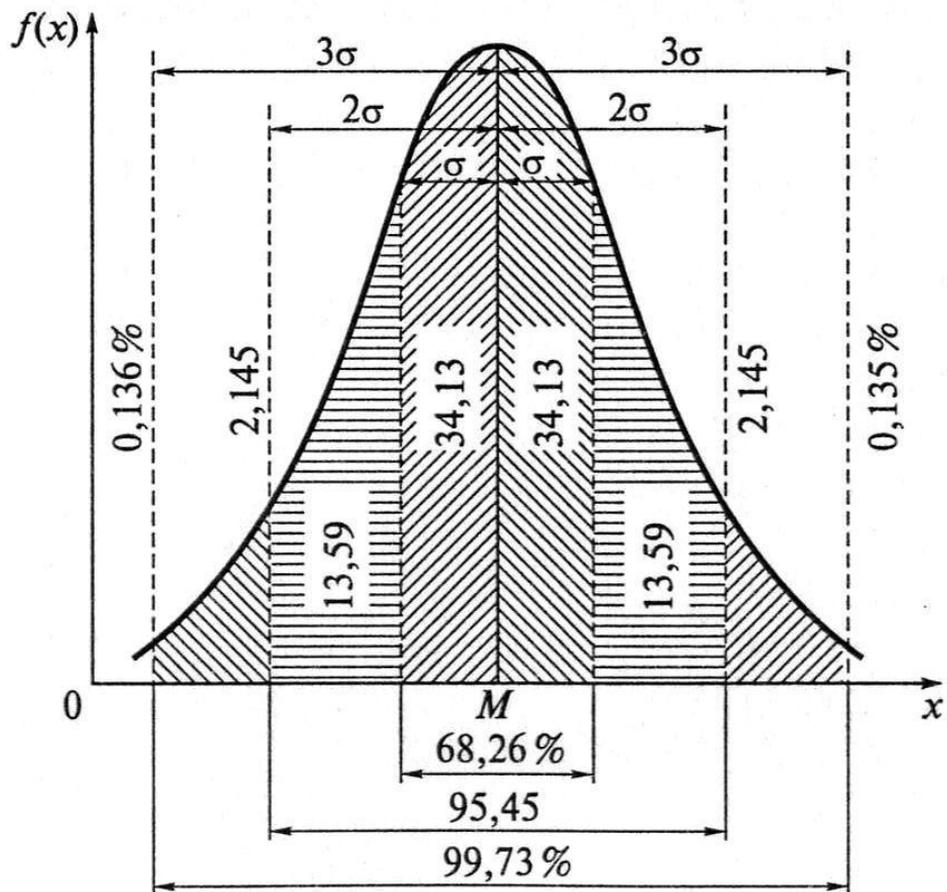
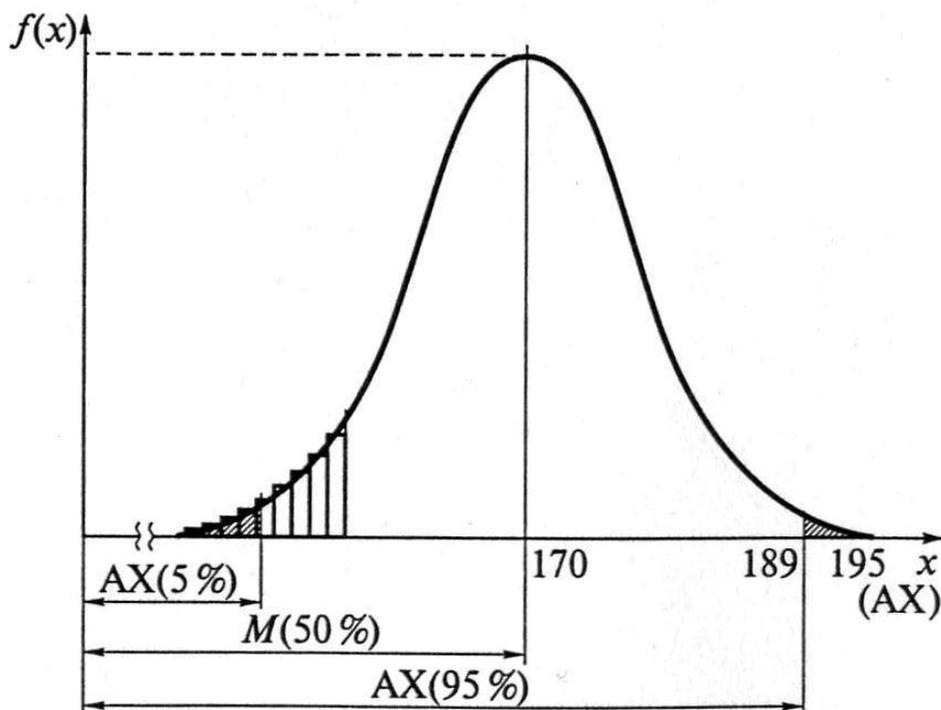


График нормального закона распределения случайной величины

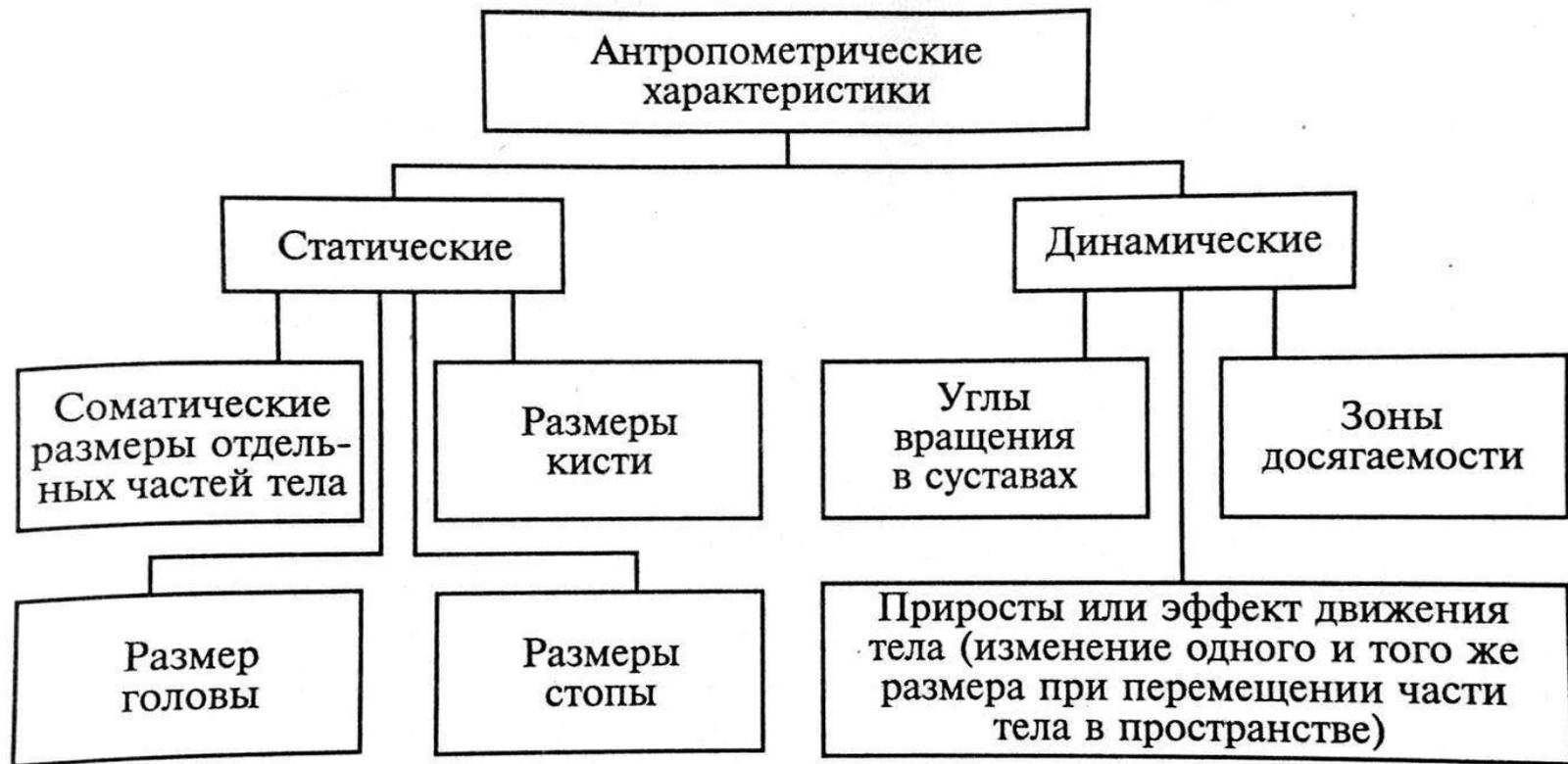
В антропометрии вероятность попадания какой-либо антропометрической характеристики в ту или иную зону кривой распределения принято оценивать в перцентилях.

**Перцентиль - сотая доля объема всей совокупности людей, подвергавшихся антропометрическим исслед**



Построение кривой распределения значений антропометрической характеристики

**Антропометрические характеристики можно условно разделить на статические и динамические. Условно - потому что все антропометрические характеристики определяются в статике, при неизменной позе обследуемого.**



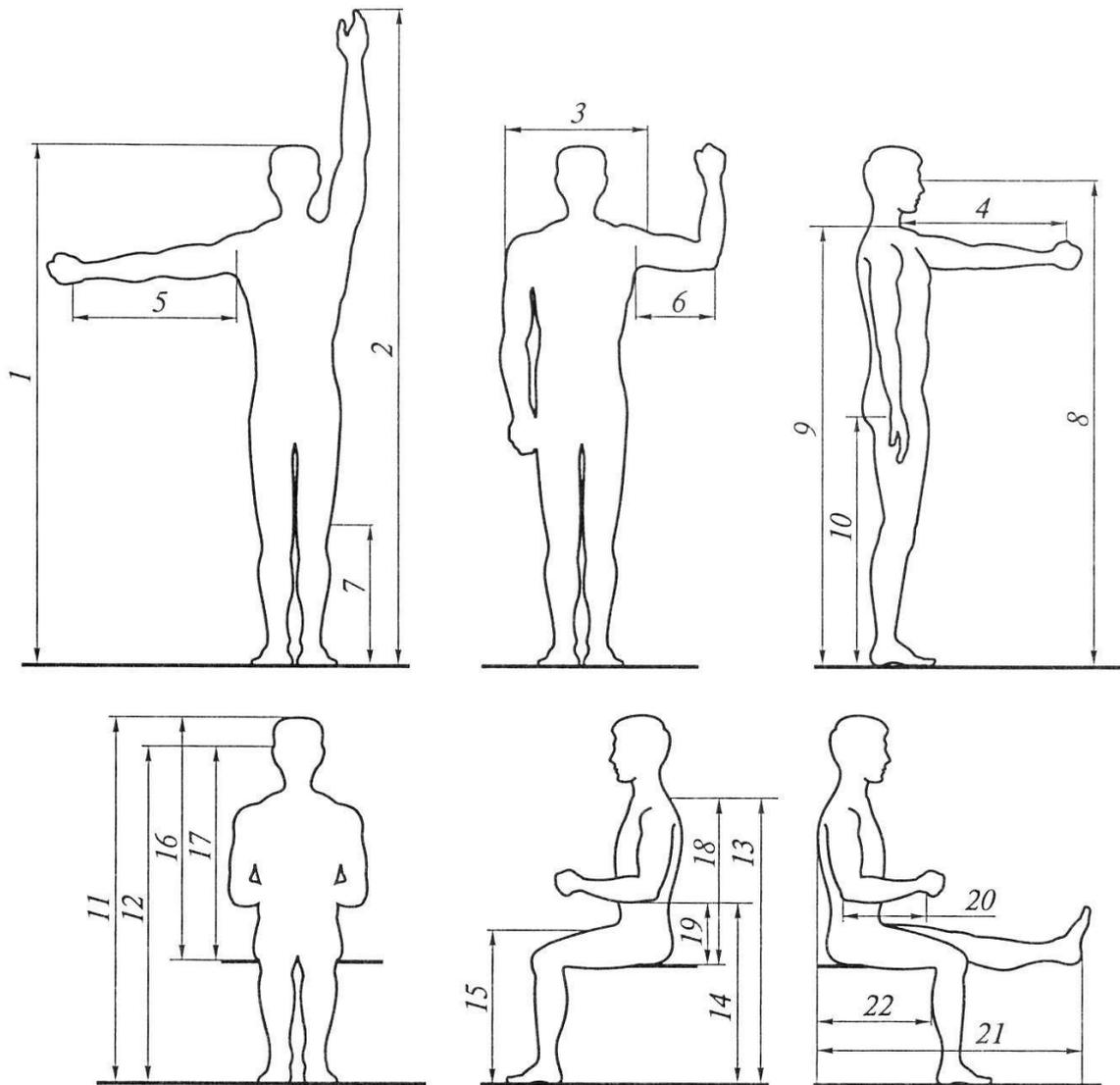
Условная классификация антропометрических характеристик

**Под статическими антропометрическими характеристиками понимаются линейные или угловые величины, характеризующие размеры частей тела человека, а под динамическим - линейные и угловые размеры, характеризующие углы вращения в суставах, зоны досягаемости при различных позах человека и т. п.**

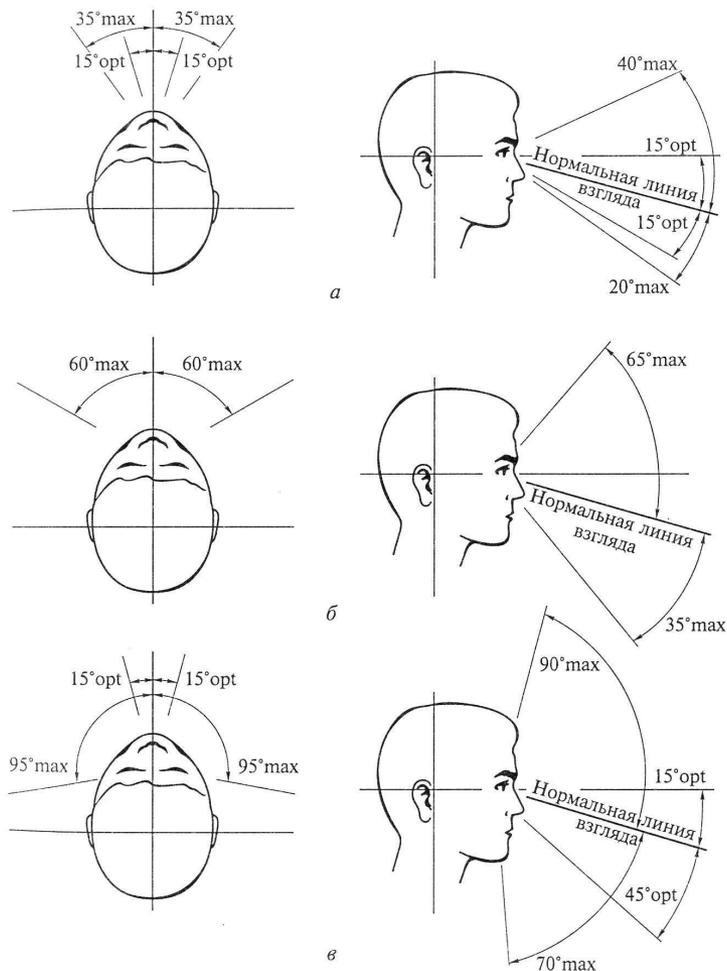
**Статические антропометрические характеристики** используют для определения общих размеров рабочего места оператора, расположения и размеров сиденья, органов управления и других параметров.

**Динамические антропометрические характеристики** - для назначения амплитуды рабочих движений рычагов, педалей и других органов управления, определения зон досягаемости при различных положениях тела человека и т. п.

**На рисунке показаны основные антропометрические характеристики.**



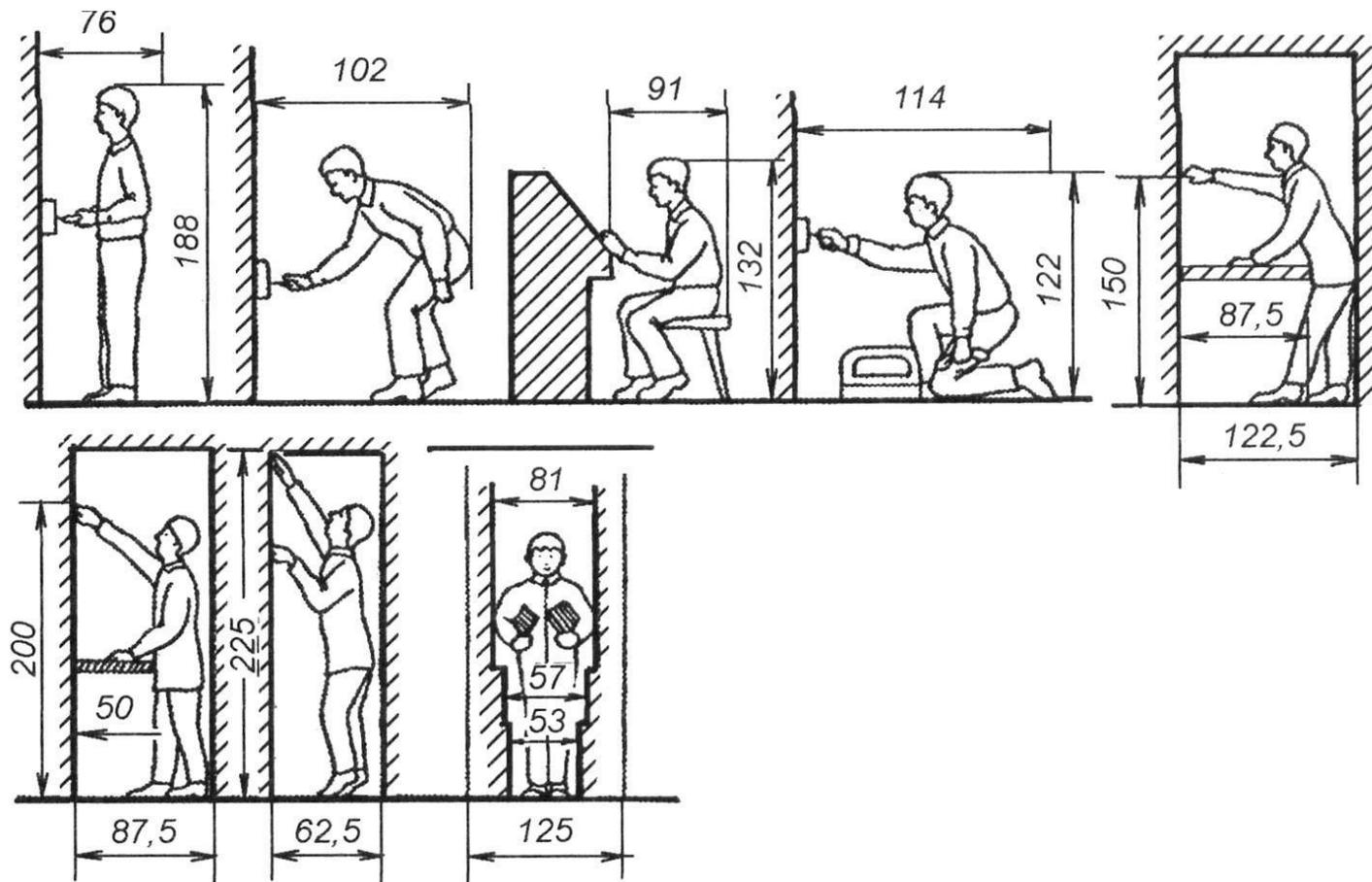
# На рисунке приведены зоны видимости, достижимые с учетом поворота головы в сторону взгляда.



Зоны видимости в вертикальной и горизонтальной плоскостях при повороте:

*a* — только глаз; *б* — только головы; *в* — головы и глаз

**Минимальное пространство рабочего места, необходимое для выполнения работы при различных положениях тела показано на рисунке.**

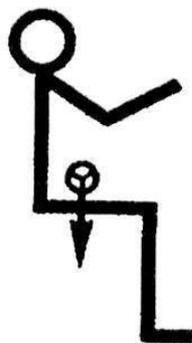


Минимальное пространство, необходимое для выполнения работы при различных положениях тела

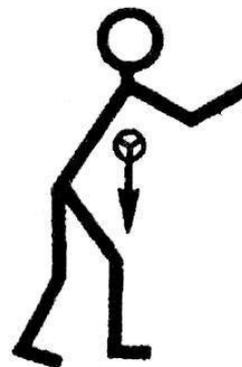
Важное эргономическое значение имеет рабочая поза человека. Рабочая поза «стоя» требует больших энергетических затрат и приводит к быстрому утомлению. Рабочая поза «сидя» менее утомительна, и она более предпочтительна.



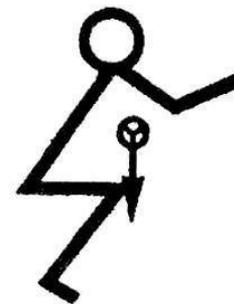
*a)*



*б)*



*в)*



*г)*

Схема биомеханического анализа рабочей позы при устойчивой (*a* и *б*) и неустойчивой (*в* и *г*) позах: *a*, *в* — стоя; *б*, *г* — сидя

# Автомобиль Mazda RX-7 (MkI, 1978 – 1985)



# Автомобиль Mazda RX-7 для рынка Японии (Japan version)



# Автомобиль Mazda RX-7 для рынка США (USA version)

## ENGINEERING GUIDE TO THE INNER INTRICACIES OF RX-7 PERFORMANCE.

To RX-7 aficionados, this is a straightforward sports machine whose engineering holds few secrets, save one—its unique rotary engine.

The elements of its chassis, suspension and steering are—however impeccably executed—nonetheless quite familiar to the engineering fraternity of the sports car world.

But, when teamed with the singular properties of the rotary, they are synergized

of the conventional reciprocating engine.

Yet it was judged “heretic” by engineering professors, “impossible” by other car makers—but wonderfully promising to the far-sighted planners of Mazda.

It took 16 patient years of innovative research and development, but Mazda ultimately unlocked the rotary’s secrets, one by one. Today, rotary technology stands poised upon a new

1. The cargo area under the large glass hatch offers a surprising 18.3 cubic feet of capacity. Newly redesigned H-shaped cargo tie-down straps are standard for all models, providing greater security. The wide, flat floor is cut-pile carpeted, and wide open to hold large luggage. The compact spare tire and jack are stored beneath its removable floor.

road holding and grip. Coil springs mounted over the axle permit moderate spring rates yet a firmly controlled ride. Shock absorbers vertically mounted behind the rear axle provide maximum control of the rear end on rough roads. Rear stabilizer bar further aids stability and reduces lean.

3. Self-adjusting finned 7.87-in. diameter rear drum brakes are standard on S and GS; 9.29-in. discs, standard

5. Roomy passenger compartment affords maximum headroom of 37.2 inches and 41.5 inches of legroom for the driver, plus 7.1 inches of seat travel adjustment.

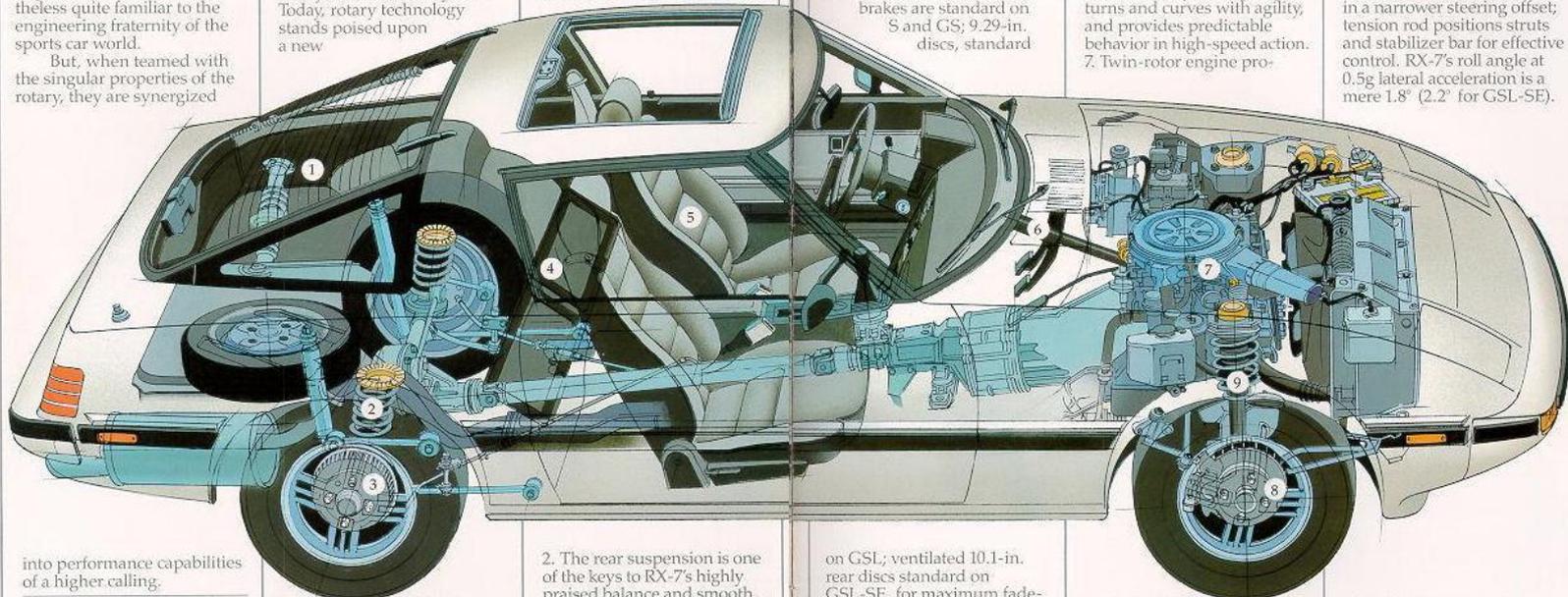
6. Variable-ratio recirculating-ball steering system gives RX-7 the advantage of superior steering sensitivity and precision coupled with smooth, easy action. RX-7 snakes its way through tight turns and curves with agility, and provides predictable behavior in high-speed action.

7. Twin-rotor engine pro-

possible only from a Mazda rotary.

8. Ventilated 8.94-in. diameter front disc brakes standard; 9.84-in. diameter standard for GSL-SE. Large 8-inch vacuum servo provides power assistance; bypass pressure proportioning valves balance front and rear braking action.

9. Independent front suspension with tapered coil springs allows struts to be positioned in a narrower steering offset; tension rod positions struts and stabilizer bar for effective control. RX-7’s roll angle at 0.5g lateral acceleration is a mere 1.8° (2.2° for GSL-SE).



into performance capabilities of a higher calling.

The rotary concept resolved:

Its principle was brilliant: a simplistic power source with relatively few moving parts, delivering a continuous flow of power with none of the inherent vibration and inefficiency

threshold of efficiency and performance in its new GSL-SE version. And who knows now how many more breakthroughs lie in the future?

Meanwhile, the generic RX-7 stacks up like this:

2. The rear suspension is one of the keys to RX-7’s highly praised balance and smooth, unruffled behavior in helter-skelter driving. With a live axle positioned by Watt links, the four-link set-up starts RX-7 with a solid rear platform of stability. GSL-SE lower control arms are lowered 20mm to improve

on GSL; ventilated 10.1-in. rear discs standard on GSL-SE, for maximum fade-resistant high performance. Parking brake mechanically activated on rear wheels.

4. Stowaway lockers behind the seats are newly lockable and illuminated. Lined floors help protect valuables like cameras, binoculars, etc.

duces 101 hp @ 6000 rpm from just 70 cubic inches of displacement; the GSL-SE’s new 13B rotary provides 135 hp @ 6000 rpm from 80 cubic inches displacement— incredible power-to-displacement,

Now, if all that technical detail didn’t move you, the easiest alternative is to drive an RX-7 and get the translation first-hand on your favorite roads. RX-7 in action speaks a language any enthusiast can understand.

# В чем отличие экспортного варианта для США от варианта для Японии, исходя из требований эргономики ?



## ENGINEERING THE INNER IN OF RX-7 PERFORMANCE

To RX-7 aficionados is a straightforward machine whose holds few secret its unique rotary.

The elmer chassis, suspension steering are—howsoever impeccably executed—nonetheless quite familiar to the engineering fraternity of the sports car world.

But, when teamed with the singular properties of the rotary, they are synergized

ultimately unveiled the rotary's secrets, one by one. Today, rotary technology stands poised upon a new

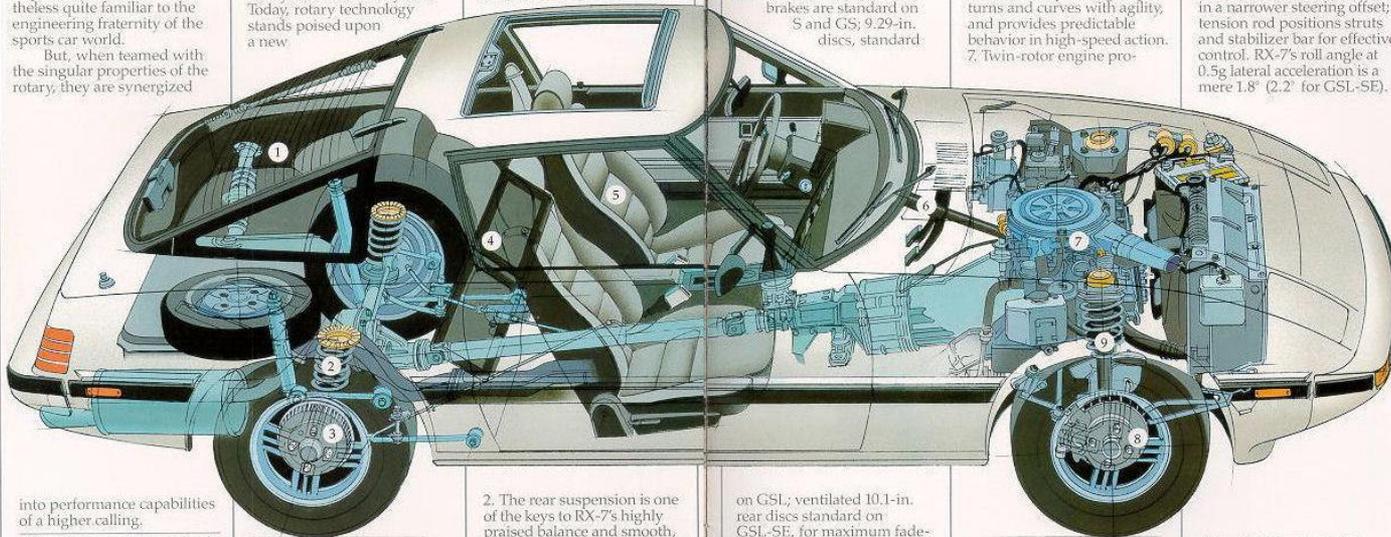
join the rotary's secrets, one by one. Today, rotary technology stands poised upon a new

7.87-in. diameter rear drum brakes are standard on S and GS; 9.29-in. discs, standard.

snakes its way through tight turns and curves with agility, and provides predictable behavior in high-speed action. 7. Twin-rotor engine pro-

from a Mazda

94-in. diameter standard; 8-inch provides power pass pressure valves balance braking action. front suspension allows struts to be positioned in a narrower rod positions struts and stabilizer bar for effective control. RX-7's roll angle at 0.5g lateral acceleration is a mere 1.8° (2.2° for GSL-SE).



into performance capabilities of a higher calling.

The rotary concept resolved:

Its principle was brilliant: a simplistic power source with relatively few moving parts, delivering a continuous flow of power with none of the inherent vibration and inefficiency

threshold of efficiency and performance in its new GSL-SE version. And who knows now how many more breakthroughs lie in the future?

Meanwhile, the generic RX-7 stacks up like this:

2. The rear suspension is one of the keys to RX-7's highly praised balance and smooth, unruffled behavior in helter-skelter driving. With a live axle positioned by Watt links, the four-link set-up starts RX-7 with a solid rear platform of stability. GSL-SE lower control arms are lowered 20mm to improve

on GSL; ventilated 10.1-in. rear discs standard on GSL-SE, for maximum fade-resistant high performance. Parking brake mechanically activated on rear wheels. 4. Stowaway lockers behind the seats are newly lockable and illuminated. Lined floors help protect valuables like cameras, binoculars, etc.

duces 101 hp @ 6000 rpm from just 70 cubic inches of displacement; the GSL-SE's new 13B rotary provides 135 hp @ 6000 rpm from 80 cubic inches displacement— incredible power-to-displacement,

Now, if all that technical detail didn't move you, the easiest alternative is to drive an RX-7 and get the translation first-hand on your favorite roads. RX-7 in action speaks a language any enthusiast can understand.

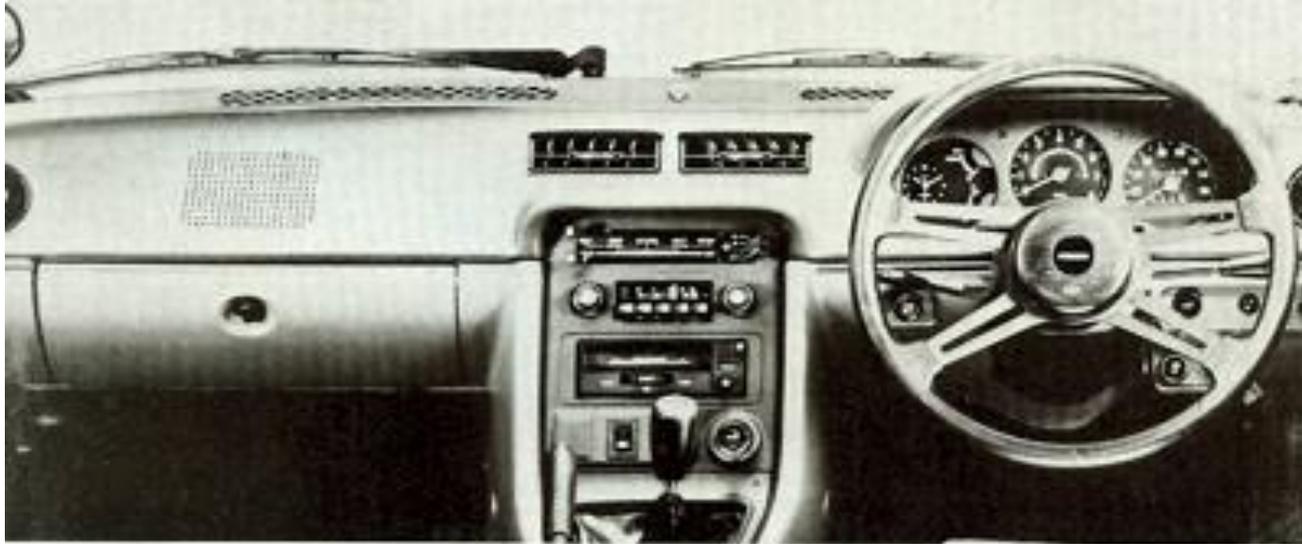
**Антропометрическими характеристиками являются, например, **рост человека**, окружность головы, длина голени, масса тела, углы вращения в суставах и т.д.**

**Средний рост мужчины - японца – 160 см.**

**Средний рост мужчины – американца – 178 см.**

**Разница в росте 178 см – 160 см = 18 см.**

# Салон автомобиль Mazda RX-7 для рынка Японии (Japan version)



# Салон автомобиль Mazda RX-7 для рынка США (USA version)

The true excitement of an RX-7 GS is reserved for the private pleasure of those privileged to bring its rotary power to life.

This is the car that set the state-of-the-art and the standard of value in sports cars when RX-7 was unveiled. It has been refined, improved—but never compromised.

And this is where you begin to appreciate its incredible value when compared to other authentic sports cars like Porsche 924, as well as those judged “sporty” or “GT” by hard-

core buffs.

Inside (1) the RX-7 GS is every bit the sports car it appears to be outside. Note the beautifully tailored high backed bucket seats, swathed in rich velour, the business-like gear shifter, the map pockets in the doors, the full console with its storage bin—there’s nothing stripped down or ersatz here. It’s downright luxurious.

Then look at the dash. It’s an enthusiast’s dream (2). An instrument panel so completely equipped (all standard) is a rarity today. Behind the four-spoke wheel, you see a tachometer. Temperature gauge. Oil pressure gauge. A voltmeter. Resettable trip odometer. Plus an elec-

tronic check panel that warns you if a brake light burns out. And now, even a warning chime to warn you if the oil or coolant levels fall to critical levels.

**Extra GS touches.** Like the electric remote-control sideview mirrors, the clutch foot rest. An electric remote hatch release (3). A swiv-



10

... So is a rest for your clutch foot.

