

О.В. Ильина

**ЭРГОНОМИКА И ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ
ПАРАМЕТРЫ В ПРОМЫШЛЕННОМ
ДИЗАЙНЕ**

Часть 2. Физиология

Учебное пособие



Санкт-Петербург

2019

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

Кафедра дизайна и медиатехнологий

О.В. Ильина

**ЭРГОНОМИКА И ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ
ПАРАМЕТРЫ В ПРОМЫШЛЕННОМ
ДИЗАЙНЕ**

Часть 2. Физиология

Учебное пособие

**Санкт-Петербург
2019**

УДК 676.(075)

ББК 35.77Я 7

И 460

Ильина О.В. ЭРГОНОМИКА И ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ
В ПРОМЫШЛЕННОМ ДИЗАЙНЕ. Часть 2. Физиология: учебное пособие
/ ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб., 2019.– 100 с. ISBN 978-5-91646 - 195 – 4

В учебном пособии рассмотрены физиологические особенности человека с точки зрения эргономики. Является продолжением 1 части: «Антропометрия». Даются рекомендации по прорисовке человека для самографического анализа. Предназначается для студентов по направлениям бакалавриата: 54.03.01 «Дизайн», 54.03.02 «Декоративно – прикладное искусство и народные промыслы», 05.03.06 «Экология и природопользование»; магистратуры: 54.04.01 «Дизайн», 38.04.10 «Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура», 09.04.01 «Биотехнология», 05.04.06 «Экология и природопользование», 32.04.01 «Общественное здравоохранение».

Может быть полезно инженерно-техническим и научным работникам – специалистам в области разработок промышленного дизайна.

Рецензенты: Генеральный директор ООО «АРТПАНТЕОН»

Обухов С.Ю.;

Директор института энергетики и автоматизации ВШТЭ СПбГУПТД
канд.техн. наук Короткова Т. Ю.

Рекомендовано к печати кафедрой дизайна и медиатехнологий ВШТЭ
СПбГУПТД (протокол № 3 от 06.11. 2019 г.).

Утверждено к изданию методической комиссией института энергетики
и автоматизации ВШТЭ СПбГУПТД (протокол № 3 от 26.11. 2019).

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД в качестве
учебного пособия.

ISBN 978-5- 91646 - 195 – 4

© Ильина О.В., 2019

© Высшая школа технологии и
энергетики СПбГУПТД, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА. СЕНСОРНЫЕ И МОТОРНЫЕ ПРОЦЕССЫ.....	5
СЕНСОРНЫЕ ПРОЦЕССЫ.....	6
АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА.....	16
СТРОЕНИЕ ЧЕРЕПА ГОЛОВЫ ЧЕЛОВЕКА.....	17
ТУЛОВИЩЕ И ПОЗВОНОЧНИК.....	25
НИЖНИЕ КОНЕЧНОСТИ.....	32
СТАТИКА И ДИНАМИКА ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА: ЦЕНТР ТЯЖЕСТИ.....	34
МОТОРИКА ЧЕЛОВЕКА.....	38
МЕЛКАЯ МОТОРИКА. ВЕРХНИЕ КОНЕЧНОСТИ.....	40
РЕЦЕПТОРЫ КОЖИ, МЫШЦ И СУСТАВОВ РУКИ	44
ГОЛОВНОЙ МОЗГ И НЕРВНЫЕ ОКОНЧАНИЯ ЧЕЛОВЕКА.....	45
ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИОЛОГИИ ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ЧЕЛОВЕКА В ПРОМЫШЛЕННОМ ДИЗАЙНЕ.....	48
ХИРОТЕХНИКА В ПРОМЫШЛЕННОМ ДИЗАЙНЕ.....	50
АНАТОМИЯ И ПЛАСТИКА РУКИ ЧЕЛОВЕКА.....	52
ЭСКИЗИРОВАНИЕ ФИГУРЫ ЧЕЛОВЕКА ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	62
ШТРИХОВКА В АКАДЕМИЧЕСКОМ РИСУНКЕ.....	74
РИСУНОК ГОЛОВЫ ЧЕЛОВЕКА ПОЭТАПНО.....	78
ПРОПОРЦИИ ГОЛОВЫ ЧЕЛОВЕКА.....	89
СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ.....	96
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	99

ВВЕДЕНИЕ

В современном производстве, которое оснащается новым оборудованием и сложными техническими системами, требования к человеку, работающему на автоматизированном оборудовании, резко возрастают. Надежность выполняемых функций человека уменьшается из-за быстро сменившегося характера способа производства и условий труда, за которыми не успевает биологическая перестройка его организма. Часто теряет смысл увеличение технической части системы, так как надежность всей системы «человек-техника-среда» даёт сбой из-за человека - самого незащищенного и сложного звена при работе автоматической системы. Это вызывает необходимость всестороннего учета возможностей человеческого организма как при конструировании техники, так и при проектировании организации рабочего пространства. Эргономика - это научная дисциплина, комплексно изучающая возможности человека в конкретных условиях его деятельности. Основным объектом исследования эргономики - система «человек - машина - среда». В последнее время эргономика отходит от классического определения и перестаёт быть строго связана с производственной деятельностью. Определение, принятое Международной эргономической ассоциацией (IEA) в 2007 году: «Эргономика - это область приложения научных знаний о человеке к проектированию предметов, систем и окружений, используемых им». Это проектирование направлено на эргономические свойства системы, для повышения работоспособности людей, эксплуатирующих технику. При проектировании системы «человек-техника-среда», открываются принципиально новые возможности по обеспечению оптимальной нагрузки на организм человека и позволяющие проектировать трудовую деятельность, исходя из принципов комфортности и повышения производительности труда. В настоящем пособии в иллюстративном, схематическом и текстовом материале представлено направление эргономики – физиология: сенсорные и моторные процессы.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

СЕНСОРНЫЕ И МОТОРНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Физиология человека одно из основных направлений науки «эргономика» (рис.1), используемых при проектировании в промышленном дизайне.

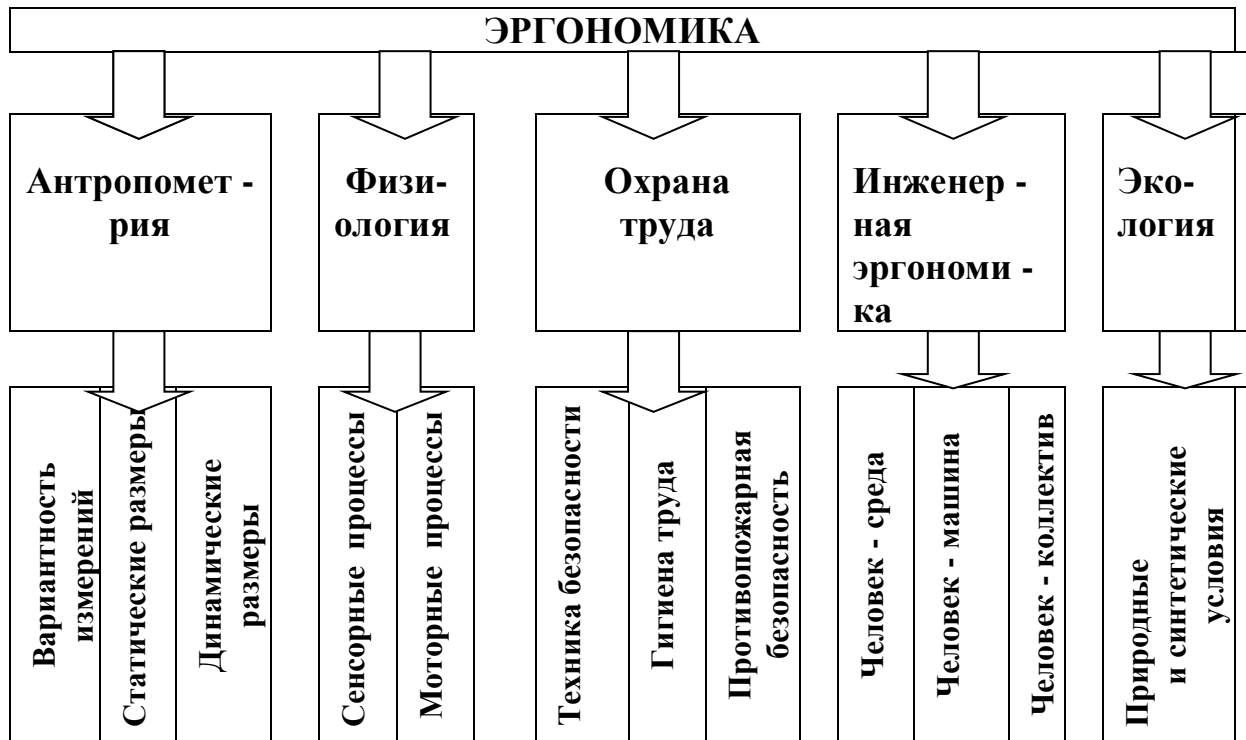


Рис. 1. Основные направления исследований эргономики

Физиология человека

В эргономике физиология изучает закономерности изменений функций организма, т.е. отдельных органов и функциональных систем в процессе деятельности человека. На основе этих данных разрабатываются рациональные режимы труда и отдыха, рациональные рабочие движения, удобство пользования приборами и механизмами, комфортная окружающая среда. При проектировании рассматриваются сенсорные и моторные процессы с учётом антропометрии. Сенсорной системой (анализатором по И.П. Павлову) называют часть нервной системы,

состоящую из воспринимающих элементов – рецепторов, получающих стимулы из внешней или внутренней среды, нервные окончания, передающие информацию. Под моторикой понимают последовательность движений, которые в своей совокупности нужны для выполнения какой-либо определённой задачи.

СЕНСОРНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Сенсорной системой (*анализатором по И.П. Павлову*) называют часть нервной системы человека, состоящую из воспринимающих элементов – рецепторов (*рецептор - периферическая специализированная часть анализатора, посредством которой воздействие раздражителей внешнего мира и внутренней среды организма трансформируется в процесс нервного возбуждения*), получающих стимулы из внешней или внутренней среды, нервных окончаний, передающих информацию. Работа любой сенсорной системы начинается с восприятия рецепторами внешней для мозга физической или химической энергии, трансформацией ее в нервные сигналы и затем передает их в мозг через цепи нейронов. Сенсорная система вводит информацию в мозг и анализирует ее. Процесс передачи сенсорных сигналов сопровождается многократным их преобразованием и перекодированием и завершается высшим анализом и синтезом (опознанием образа), после чего формируется ответная реакция организма человека.

Классификация зон сенсорной активности

- ✓ **зона постоянная** сенсорной активности – зона выполнения основных движений человека;
- ✓ **зона периодической активности** - человек пребывает несколько раз в течение дня через определенные промежутки времени, обусловленные характером протекания жизненного ритма (работа, отдых, занятия спортом);

- ✓ **зона эпизодической активности** характеризуется относительной неопределенностью во времени, по мере необходимости;
- ✓ **основные функции или операции**, с сигналами: обнаружение; различение (способность замечать различия в свойствах одновременно или последовательно действующих раздражителей); передача и преобразование; кодирование (совершаемое по определенным правилам преобразование информации в условную форму – код); детектирование признаков (избирательное выделение сенсорным нейроном того или иного признака раздражителя, имеющего поведенческое значение); опознание образов (заключается в отнесении образа к тому или иному классу объектов, с которыми ранее встречался организм, то есть в классификации образов).

Виды сенсорных систем

1. *Слуховая.* Адекватный раздражитель - звук.
2. *Зрительная.* Адекватный раздражитель - свет.
3. *Вестибулярная.* Адекватный раздражитель - гравитация, ускорение.
4. *Вкусовая.* Адекватный раздражитель - вкус (горький, кислый, сладкий, солёный).
5. *Обонятельная.* Адекватный раздражитель - запах.

Функции обонятельной сенсорной системы:

- ✓ детекция пищи на привлекательность, съедобность и несъедобность;
- ✓ мотивация и модуляция пищевого поведения;
- ✓ настройка пищеварительной системы на обработку пищи по механизму безусловных и условных рефлексов;
- ✓ запуск оборонительного поведения за счёт детекции вредных для организма веществ или веществ, связанных с опасностью;

- ✓ мотивация и модуляция поведения за счёт детекции пахучих веществ и феромонов.

6. *Кинестетическая*. Адекватный раздражитель - давление, вибрация, тепло (повышенная температура), холод (пониженная температура).

7. *Двигательная*. Обеспечивает ощущение взаиморасположения частей тела в пространстве.

8. *Мышечная* (проприоцептивная). Адекватный раздражитель - мышечное сокращение и растяжение сухожилий. Обеспечивает ощущение степени напряжения мышц.

9. *Болевая*. Это совокупность нервных структур, воспринимающих повреждающие раздражения и формирующих болевые ощущения, т. е. боль. Рецепторы боли называются *ноцицепторами*. Это высокопороговые рецепторы, реагирующие на разрушающее, повреждающее или нарушающее какой-либо процесс воздействия. В целом повреждения являются сигналом о нарушении нормальной жизнедеятельности: повреждение покровов тела и органов, клеточных мембран и клеток, самих ноцицептивных нервных окончаний, нарушение течения окислительных процессов в тканях.

10. *Интероцептивная*. Обеспечивает внутренние ощущения. Слабо контролируется сознанием и, как правило, даёт нечёткие ощущения. Однако в ряде случаев люди могут сказать, что ощущают в каком-либо внутреннем органе не просто дискомфорт, а состояние «давления», «тяжести», «распирания» и т.п. Интероцептивная сенсорная система обеспечивает поддержание гомеостаза, и при этом она не обязательно порождает какие-либо ощущения, воспринимаемые сознанием, т.е. не создаёт перцептивных сенсорных образов.

11. *Зрительный анализатор.* Контролирует двигательную и трудовую деятельность человека; благодаря зрению можно по книгам и экранам компьютеров изучать опыт, накопленный человечеством.

Зрительный анализатор

Глаз (лат. *oculus*) — сенсорный орган (орган зрительной системы) человека и животных, обладающий способностью воспринимать электромагнитное излучение в световом диапазоне длин волн и обеспечивающий функцию зрения (рис.2). Через глаз человек воспринимает примерно 90 % информации из окружающего мира.

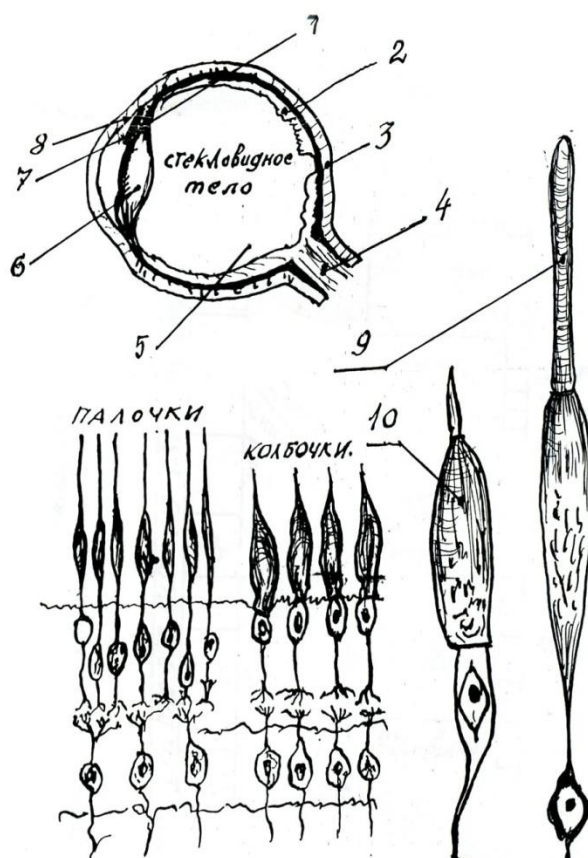


Рис .2. Схема строения глаза и сетчатки:

- 1 – аккомодационная мышца; 2 – сетчатка; 3 – наружная оболочка;
- 4 – зрительный нерв; 5 – стекловидное тело; 6 – хрусталик;
- 7 – радужная оболочка; 8 – роговица; 9 – палочка; 10 – колбочка

Зрительный анализатор — это парный орган зрения, представленный глазным яблоком, мышечной системой глаза и вспомогательным аппаратом. С помощью способности видеть человек может различать цвет, форму, величину предмета, его освещенность и расстояние, на котором он находится. Так человеческий глаз способен различать направление движения предметов или их неподвижность. Орган зрения является самым важным из всех органов чувств. Зрительный анализатор включает в себя глазное яблоко с мышцами и вспомогательный аппарат. При выполнении многих тонких работ глазу принадлежит первостепенное значение. Раздражителем является свет, который раздражает рецепторы глаза и вызывает зрительные ощущения. Глаз имеет сложное строение и состоит из нескольких частей, каждая из которых отличается своими особенностями (рис.3). Основная задача глаз – передача изображения зрительному нерву. Они позволяют видеть мир таким, какой он есть. С медицинской точки зрения, глаза являются выростами мозга, они очень похожи на видеокамеры, функции и устройство у них идентичные.

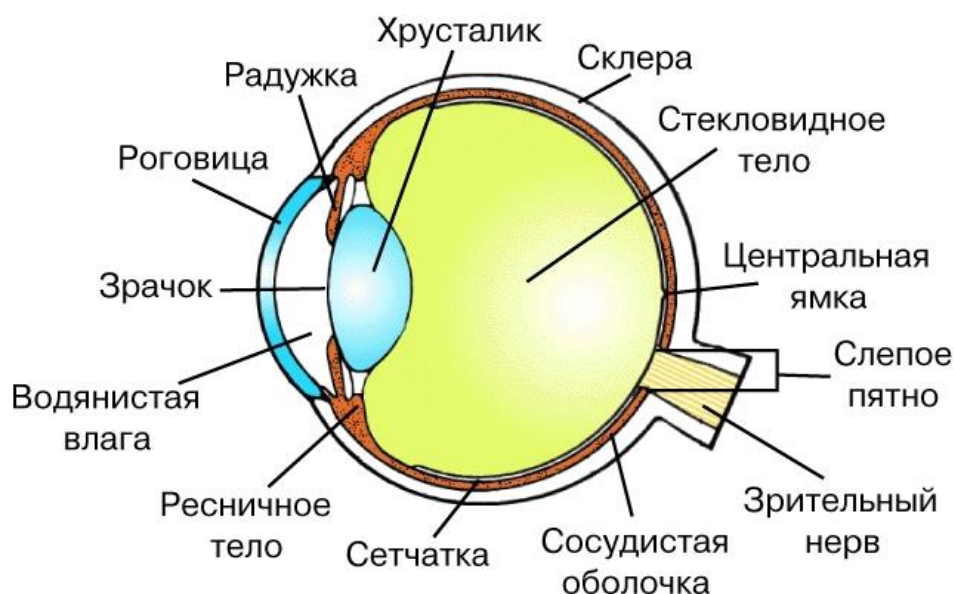


Рис. 3. Строение глаза – зрительного анализатора

Вспомогательный аппарат — это брови, веки и ресницы, слёзная железа, носослёзный проток, слезный каналец (рис.4,а),

глазодвигательные мышцы, нервы, кровеносные сосуды (рис.3), глазное яблоко, которое приводится в движение четырьмя прямыми и двумя косыми глазными мышцами (рис.4,б). Наиболее важной частью глазного яблока является роговица – внешняя, прозрачная оболочка, покрывающая переднюю часть глаза. Это не просто покрывное «стёклышко», защищающее от внешних воздействий, это сильно преломляющая линза, которая влияет на фокус. Состоит она из клеток, хорошо пропускающих свет. На 1 мм² роговицы приходится не менее 2 тысяч таких клеток. Роговица требует постоянного смачивания, в противном случае она пересыхает и на ней могут образовываться микротрещины. Глаз человека за минуту по норме должен моргать 6 раз, при работе с компьютером частота мигания уменьшается в 2 раза. Это ведёт к пересыханию роговицы, она мутнеет. Вот почему врачи рекомендуют на каждый час работы, требующей зрительного напряжения, делать 15-минутные перерывы. За это время глаз успевает расслабиться, снять спазм мышц и восстановить свои рефлексы. Помогает и гимнастика для глаз.

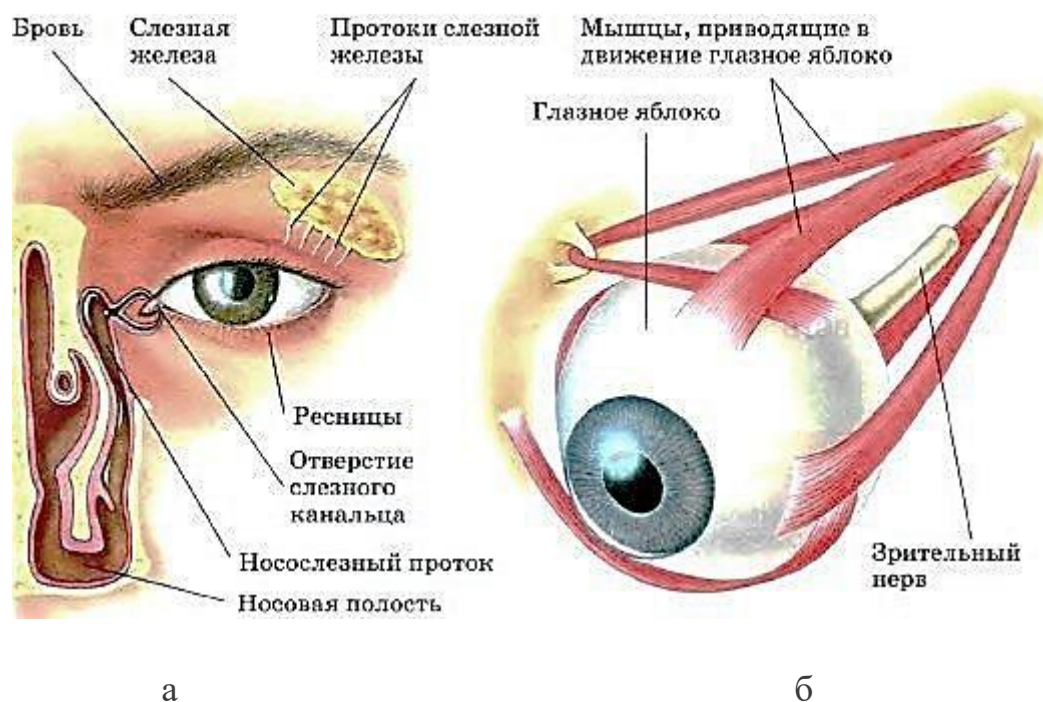


Рис. 4. Вспомогательный аппарат органа зрения

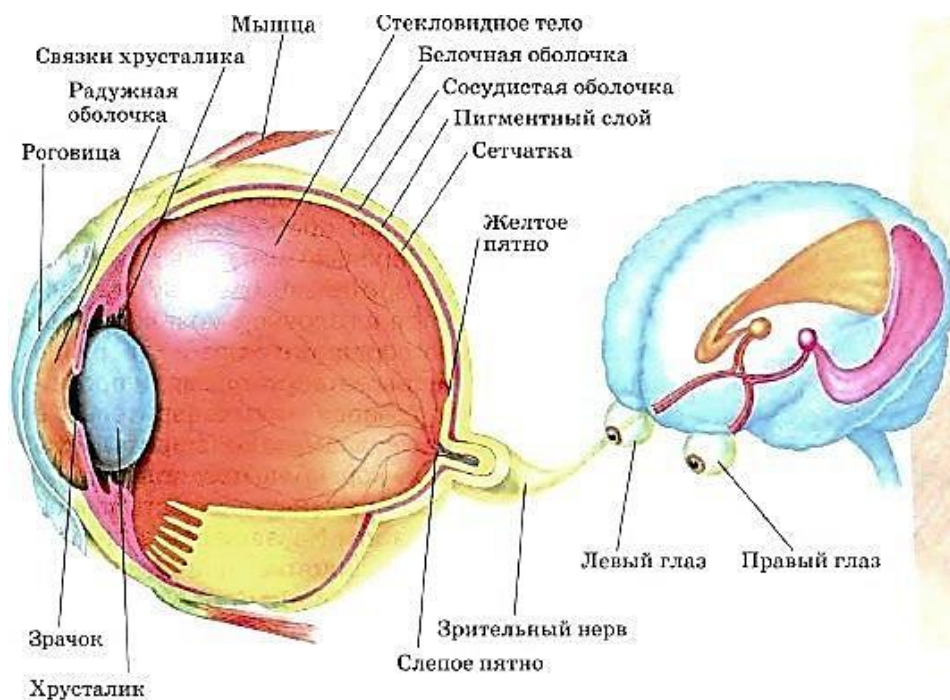


Рис.5. Схема восприятия света сетчаткой

В рецепторах сетчатки происходит преобразование света в нервные импульсы, которые по зрительному нерву передаются в головной мозг через ядра среднего мозга (верхние бугры четверохолмия) и промежуточного мозга (зрительные ядра таламуса) — в зрительную зону коры больших полушарий, расположенную в затылочной области. Начавшееся в сетчатке восприятие цвета, формы, освещенности предмета, его деталей заканчивается анализом в зрительной зоне коры. Здесь собирается вся информация, она расшифровывается и обобщается. В результате этого складывается представление о предмете. Согласованное движение глаз способствует видению при изменении освещенности рассматриваемого объекта: глаза устанавливаются так, чтобы изображение попало на соответствующие точки сетчатки (рис.5). Приспособление глаза к видению при разной степени освещенности называется адаптацией: приспособление к видению в темноте называется «темновой» адаптацией, а при яркой освещенности — «световой» адаптацией. Единственной светочувствительной частью глаза является сетчатка, в которой находится около 125 млн палочек и 6,5 млн колбочек. Кроме того, сетчатка

содержит много сенсорных и вставочных нейронов и их аксонов. В месте выхода нерва сетчатка не содержит ни палочек, ни колбочек — образуется слепое место. Способность видеть обусловлена тем, что световые волны, отражаясь от различных предметов, попадают на хрусталик глаза, который проецирует их уменьшенное изображение на глазное дно. Это изображение не только уменьшенное, но и перевернутое, к тому же плоское, а не трехмерное. Но человек видит мир таким, какой он есть. Потому что, когда мозг получает информацию от глаза, он тут же обрабатывает ее с помощью уже имеющейся информации. Причем процесс происходит настолько быстро, что незаметно, каким образом мозг обрабатывает поступающие из глаз нервные импульсы. Рассмотрим некоторые принципы, в соответствии с которыми мозг обрабатывает зрительную информацию. Один из наиболее важных принципов зрительного восприятия называется принципом постоянства размеров. Если посмотреть на стоящего человека, рост которого, например, 1 м 80 см, его отражение занимает почти всю площадь сетчатки глаза. Если тот же человек отойдет на несколько метров, размер его проекции на сетчатку глаза уменьшится, но восприятие его роста не изменится, т. е. в памяти хранится информация о росте данного человека и игнорируется тот факт, что его проекция на сетчатку глаза уменьшилась. Принцип постоянства размеров нарушается при рассмотрении предметов с очень большого расстояния, например из иллюминатора самолета. В этом случае автомобили и дома кажутся игрушечными моделями. Также принцип постоянства размеров часто не срабатывает, когда человек имеет дело с незнакомыми объектами, поэтому на рисунки и фотографии таких объектов обязательно помещают линейку или какой-либо всем знакомый предмет, а в архитектурных чертежах и макетах обычно используются фигурки людей. Кроме принципа постоянства размеров, существуют также принципы постоянства формы, яркости и расположения предметов. При рассматривании предметов с разных сторон меняется не только

размер отображения на сетчатке глаза, но и форма. Если смотреть на монету сверху, она круглая, если повернуть монету ребром, будет виден прямоугольник, но каждый точно знает, что монета — круглая и ее форма не меняется. Принцип постоянства формы, как и размеров, распространяется только на знакомые предметы. Принцип постоянства яркости позволяет узнавать предметы при разном освещении. Принцип постоянства расположения работает при рассматривании находящихся в покое предметов во время движения. Важно отметить, что попадающие на хрусталик отраженные волны сами по себе не несут никакой специальной информации о предметах, от которых они отразились. Тем не менее, человек отличает, например, дерево от травы, а ствол, ветки и листья воспринимает как части дерева, а не как самостоятельные объекты. Склонность мозга создавать из получаемых с помощью зрения образов цельное, связанное изображение иногда приводит к тому, что воспринимаются те образы, которые глаз не видит, и, наоборот, не воспринимаются те, которые глаз видит. Например, если при взгляде на какой-либо предмет его часть проецируется на слепое пятно, возникает своего рода пробел в изображении. Но мозг заполняет этот продел, и человек видит предметы целиком. Образы, которые люди видят, соответствуют их интерпретации окружающей среды. Но они не всегда правильно интерпретируют окружающую действительность. На ошибках интерпретации основаны зрительные иллюзии. Некоторые из них представлены на рис. 5; круг, окруженный маленькими кружочками, кажется больше в диаметре, чем окруженный большими кругами (рис.6,а). В действительности они одинаковые. Ограниченный вертикальными штрихами отрезок кажется короче, если вокруг него остается больше свободного пространства (рис.6,б). Причина подобных иллюзий — человеческая склонность воспринимать объекты на фоне их окружения.

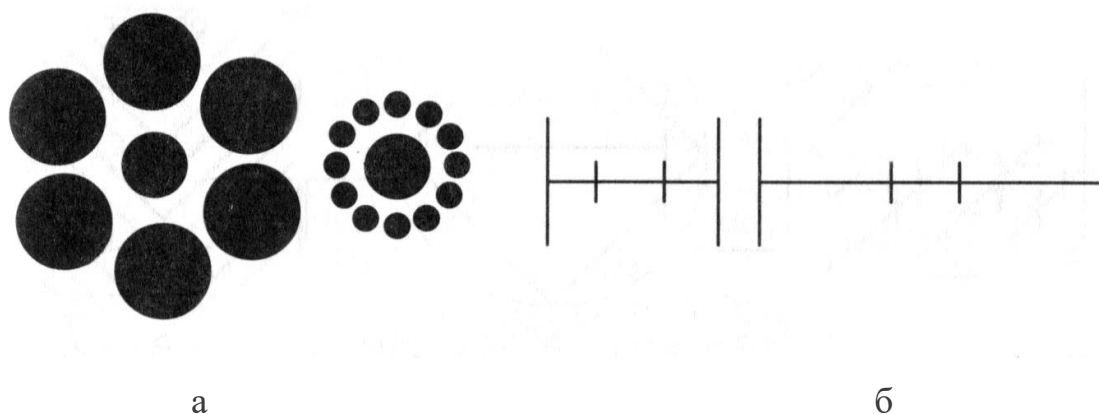


Рис.6. Зрительные иллюзии

Также люди склонны следовать взглядом вдоль указанного направления. На этом тоже могут быть основаны зрительные иллюзии, например, расположенный справа круг кажется больше, так как взгляд следует за стрелками (рис.7,а). Горизонтальная штриховка «превращает» квадрат в вытянутый по горизонтали прямоугольник, а вертикальная штриховка — в вытянутый и зрительно более высокий (рис.7,б).

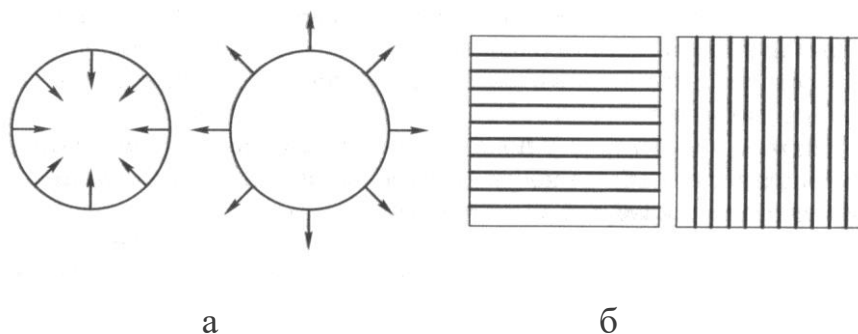


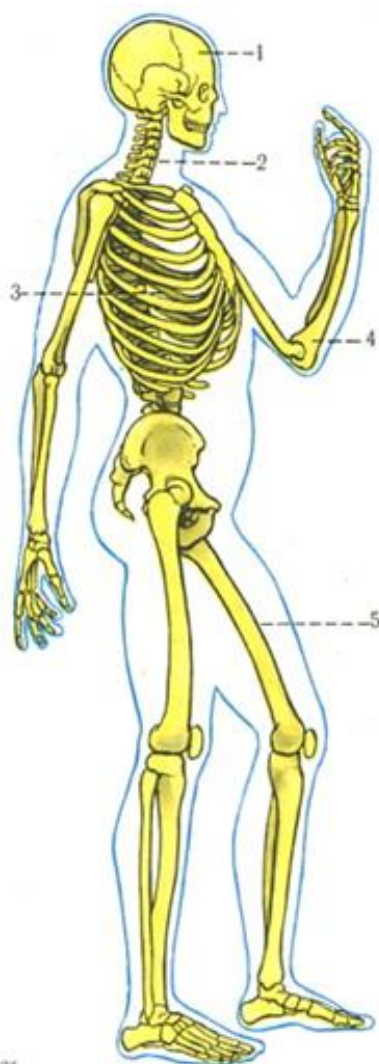
Рис.7. Взгляд человека вдоль указанного направления

Проводниковым отделом зрительного анализатора является зрительный нерв.

Корковым отделом — затылочная доля коры больших полушарий черепа.

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА

Анатомическое строение человека рассматривается в вертикальном положении (рис.8). Выделяют следующие части тела: голова (caput) содержит череп (cranium), лицо (facies), нос (nasus), рот (os) (рис.8-1), шея (cervix) (рис.8-2), туловище (truncus) имеет спину (dorsum), грудь (thorax), живот (abdomen), таз (pelvis) (рис.8-3). Верхняя конечность (membrum superius) разделяется на подмышку (axilla), плечо (brachium), локоть (cubitus), предплечье (antebrachium), кисть (manus) (рис.8-4). Нижняя конечность (membrum inferius) состоит из бедра (femur), колена (genu), голени (crus), стопы (pes) (рис.8-5 и рис. 27; 28;29).



1 — голова

(отделы: мозговой и лицевой);

2 — шея

(отделы: собственно шея — спереди, вымя — сзади);

3 — туловище

(отделы: спина, грудь, живот, таз);

4 — верхняя конечность

(отделы: подмышка, плечо, локоть, предплечье, кисть);

5 — нижняя конечность

(отделы: бедро, колено, голень, стопа)

Рис. 8. Основные части тела человека и его отделы

СТРОЕНИЕ ЧЕРЕПА ГОЛОВЫ ЧЕЛОВЕКА

Череп является одной из основных структур осевого скелета, который образует опорно-двигательная система. Функции черепа – защита головного мозга, органов чувств и опора для начальных отделов дыхательной и пищеварительной систем. Череп состоит из парных и непарных костей. Подразделяется на мозговой и лицевой отделы. В состав мозгового отдела черепа входят лобная кость; парная височная кость; парная клиновидная кость; парная теменная кость; затылочная кость, височная кость (рис.9, 73,74).

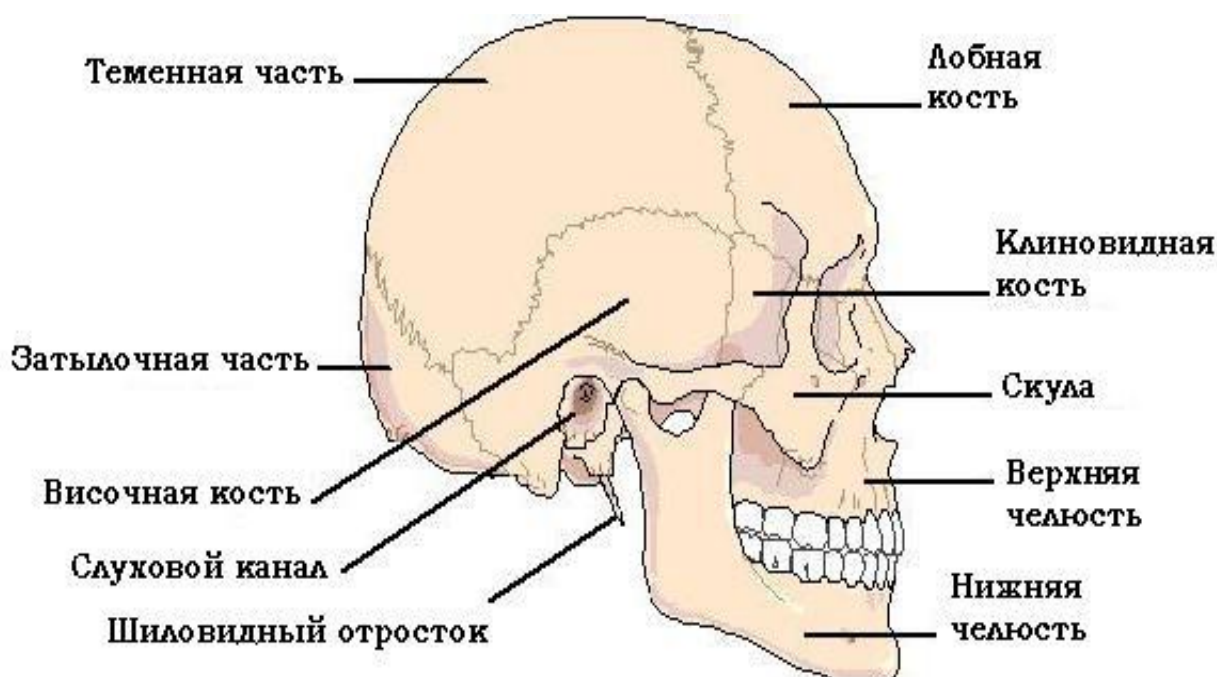


Рис.9. Структура строения черепа человека. Мозговой отдел

Лицевой отдел черепа образован парными костями: верхними челюстями, небными, скуловыми, носовыми, слезными, нижними носовыми раковинами, а также непарными: сошником и нижней челюстью. К лицевому черепу относят и подъязычную кость (рис.10,73).



Рис.10. Структура строения черепа человека. Лицевой отдел

Голова отграничена от шеи с обеих сторон линией, которая проходит от подбородка по нижнему краю нижней челюсти до ее угла, далее следует к вершине сосцевидного отростка, огибает его сзади и продолжается по верхней выйной линии (*linea nuchae suprema*) до наружного возвышения затылочной кости (*protuberantio occipitalis externa*) (рис. 11). Эта граница условна, так как нижняя черепная ямка проецируется ниже выйной линии (рис.11), а зачелюстная область скорее принадлежит шейной области.

Мозговой и лицевой отделы разделены по верхнему краю глазницы, через лобно-скуловой шов, по скуловой дуге к отверстию слухового прохода и к вершине сосцевидного отростка (рис.11).

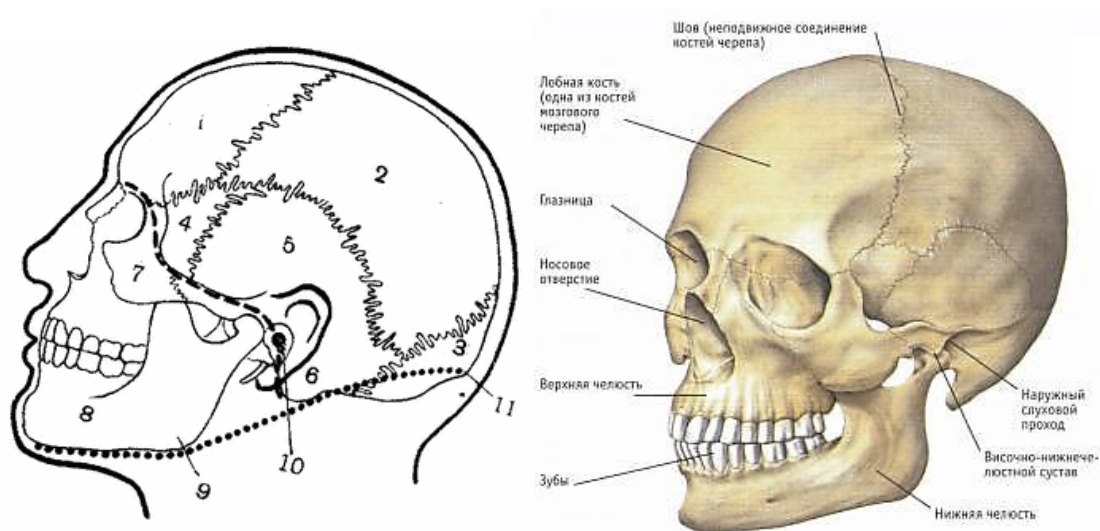


Рис. 11. Разделение головы на мозговую и лицевую отделы:

(.....) - граница между головой и шеей; (----) - граница между мозговым и лицевым отделом головы; 1 — лобная кость; 2 — теменная кость; 3 — затылочная кость; 4 — большое крыло клиновидной кости; 5 — височная кость; 6 — сосцевидный отросток; 7 — скуловая кость со скуловой дугой; 8 — нижняя челюсть; 9 — угол нижней челюсти; 10 — слуховой проход; 11 — наружная бугристая затылочная кость

Лицевой отдел обеспечивает опору для начального отдела дыхательной и пищеварительной системы и органов чувств. Мужской и женский черепа имеют существенные анатомические особенности, отмеченные в 80 % случаев (рис.12). При определении пола по черепу необходимо учитывать расовый тип: то, что характерно для черепа женщин одной расы, может быть свойственно черепу мужчин другой расы (рис.13)[1]. Важным признаком женского черепа является меньшая толщина костей, чем у мужчин. На черепе женщины не так рельефно выступают бугры и линии прикрепления мышц. Женский череп легче мужского на 10 %. Емкость черепной коробки у мужчин в среднем равняется 1500—1550 см³, у женщин — 1350—1400 см³. У мужчин хорошо развиты надбровные дуги и кости лицевого черепа, поэтому лоб скошен; у них особенно выступает подбородок, имеется общий

прогнатизм, шире нос и его корень, больше ширина резцов. У женщин глазницы и их полость больше, продольные оси ближе друг к другу. Задняя черепная ямка больше у мужчин. Длина основания черепа у мужчин по отношению к длине свода составляет 1:4,04, у женщин — 1:4,22. Также существуют разные типы голов с индивидуальными отличиями (рис.14,а) и различные варианты форм лица (рис.14,б).

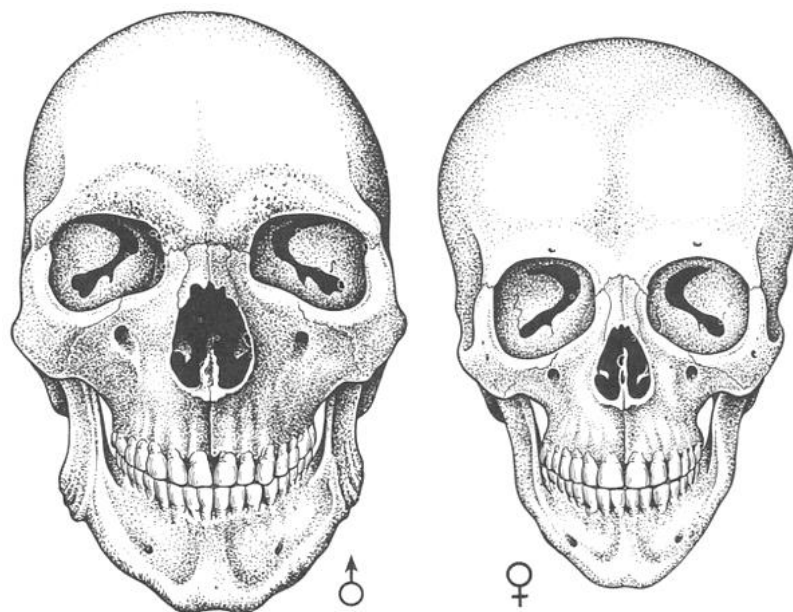


Рис.12. Мужской и женский черепа (по А. П. Быстрову)

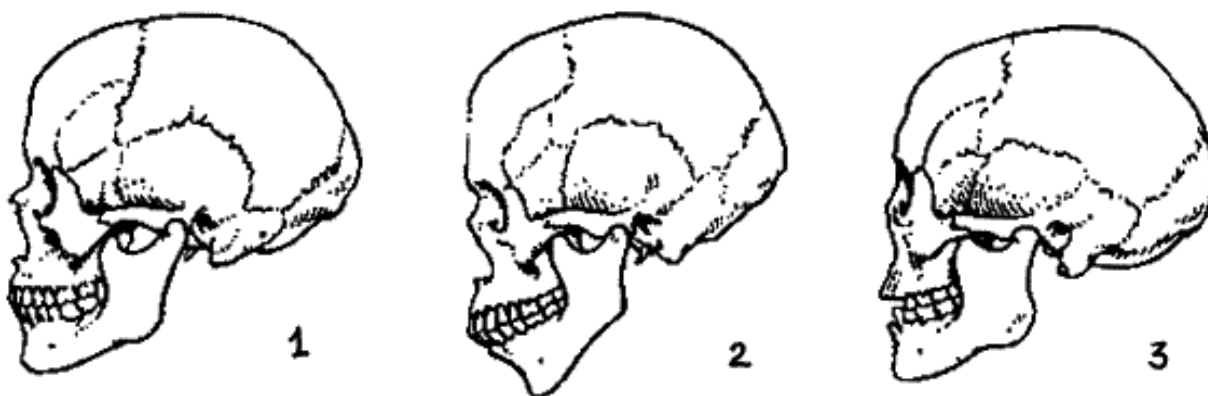
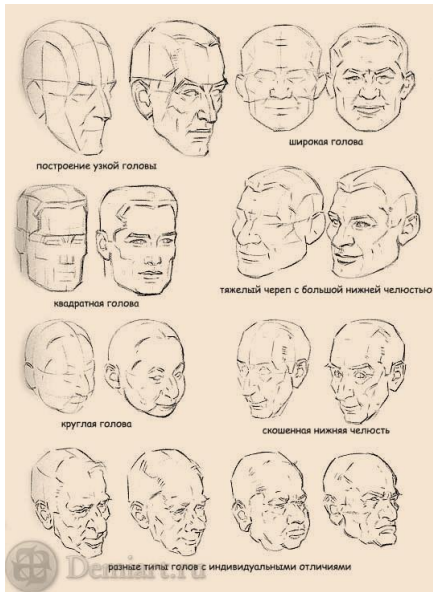


Рис. 13. Строение черепа по расам: 1 – европеоид, 2 – негроид, 3 – монголоид



Формы лица



Материалы сайта www.makefor.me

а - типы голов

б - варианты форм лица

Рис. 14. Типы головы и формы лица

Мышцы головы

Мышцы головы делятся на две группы: жевательные и мимические.

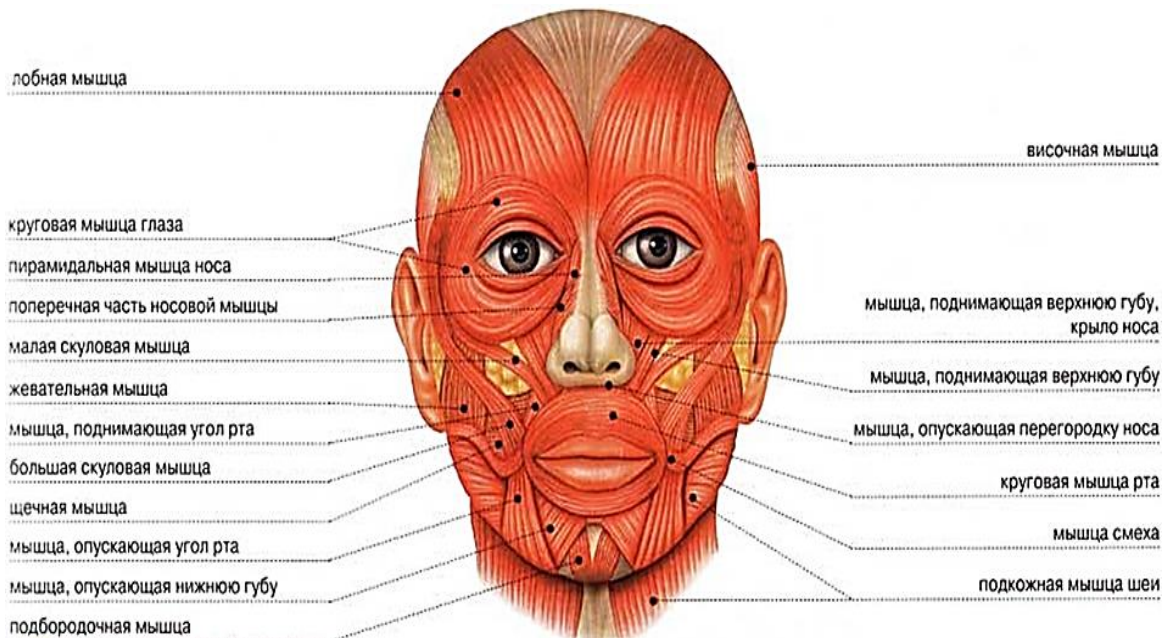


Рис.15. Мышцы головы

Жевательные мышцы представлены четырьмя парами сильных мышц, общим для которых является то, что они начинаются на костях черепа, прикрепляются на различных участках нижней челюсти (собственно жевательная, височная и др.). При сокращениях они поднимают нижнюю челюсть и двигают ее вперед, назад или в стороны, что приводит к перетиранию пищи зубами (рис.15).

Мимические представляют собой тонкие мышечные пучки, которые одним своим концом прикрепляются к костям черепа, а другим вплетаются в кожу, а некоторые обоими концами уходят в кожу. Их сокращения приводят к смещению кожи, что определяет мимику лица.

Проявление сложных ощущений — радости, презрения, горя, боли и т.д. — определяется многочисленными комбинациями сокращений мимических мышц. Наиболее крупными мимическими мышцами являются лобная, щечная, круговые мышцы глаза и рта (рис.15).

Мускулатура шеи

Мышцы шеи приводят в движение голову и шею.

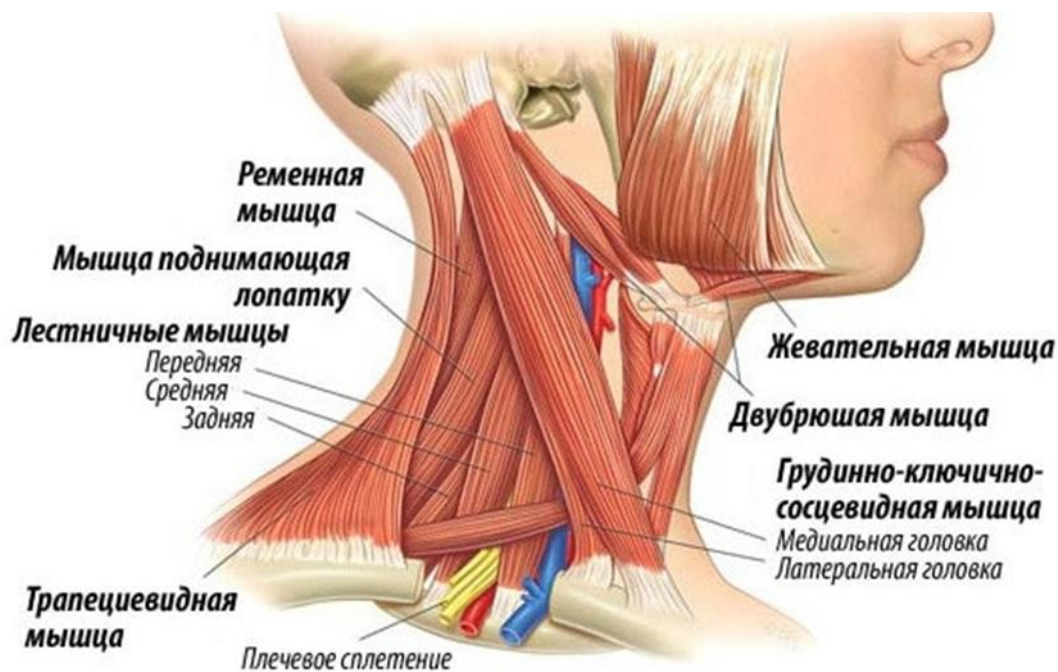


Рис.16. Мышцы шеи

Наиболее крупная из них — грудино-ключично-сосцевидная, которая двумя своими ножками начинается от грудины и ключицы и прикрепляется к сосцевидному отростку височной кости. При одностороннем сокращении производит наклон шеи в ту или иную сторону с одновременным поворотом головы в противоположную сторону. При двустороннем сокращении поддерживает голову в вертикальном положении, при максимальном сокращении обеих мышц вызывает запрокидывание головы назад (рис.17). Шея соединяет череп с позвоночным столбом (рис.18).

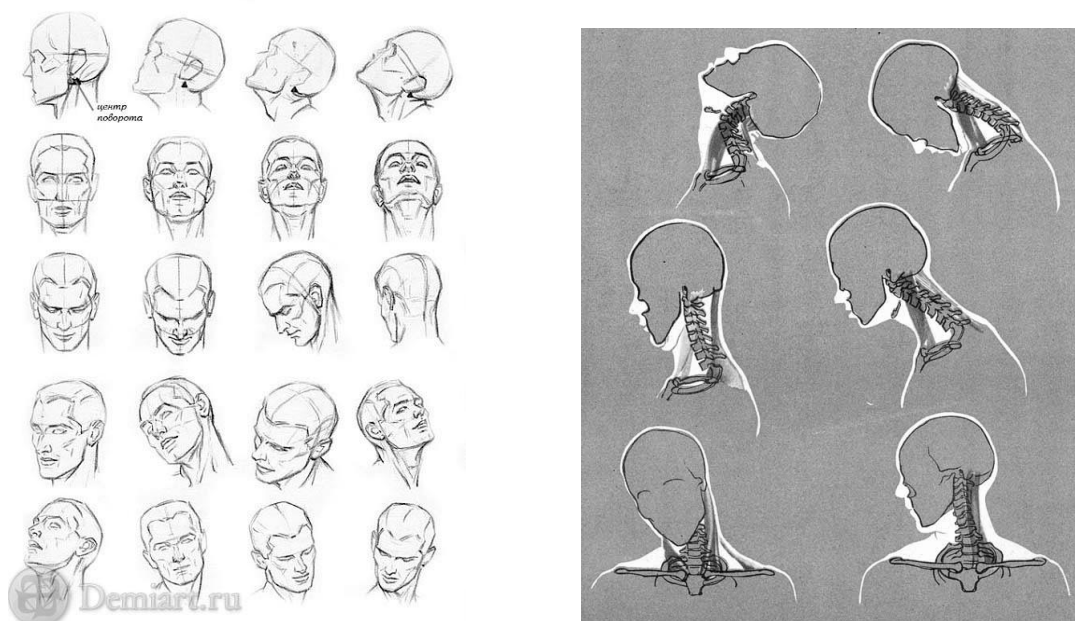


Рис.17. Углы наклона головы

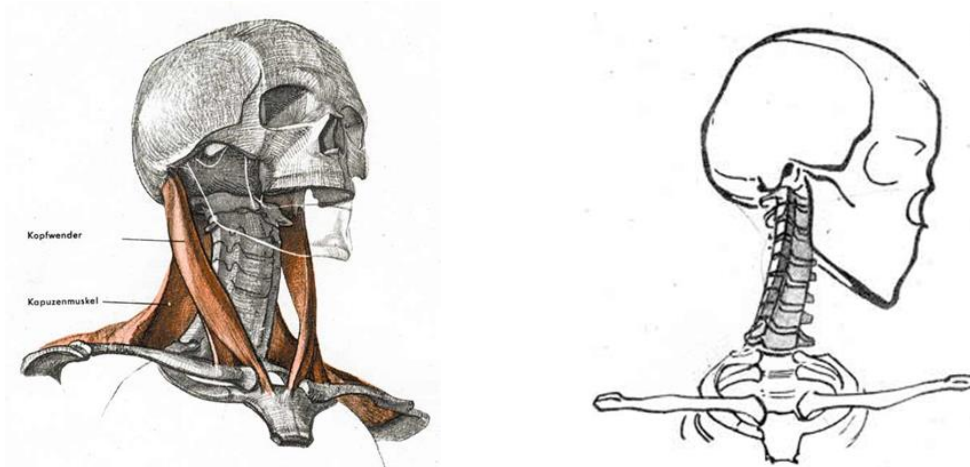


Рис. 18. Соединение черепа с позвоночным столбом (шея)

В соединении позвоночника с черепом принимают участие три кости: затылочная кость (рис.19.9), атлант (рис.19.12) и осевой позвонок (рис.19.13), которые формируют два сустава – атлантозатылочный (рис.19.11) и атлантоосевой (рис.19.13). Оба эти сустава работают как функционально комбинированный сустав, обеспечивая в целом движение головы вокруг всех трех осей, осуществляют кивательные, наклонные и вращательные движения. В шейном отделе позвоночника наибольший объем движений за счёт ременных мышц головы и шеи (рис.19) [6].

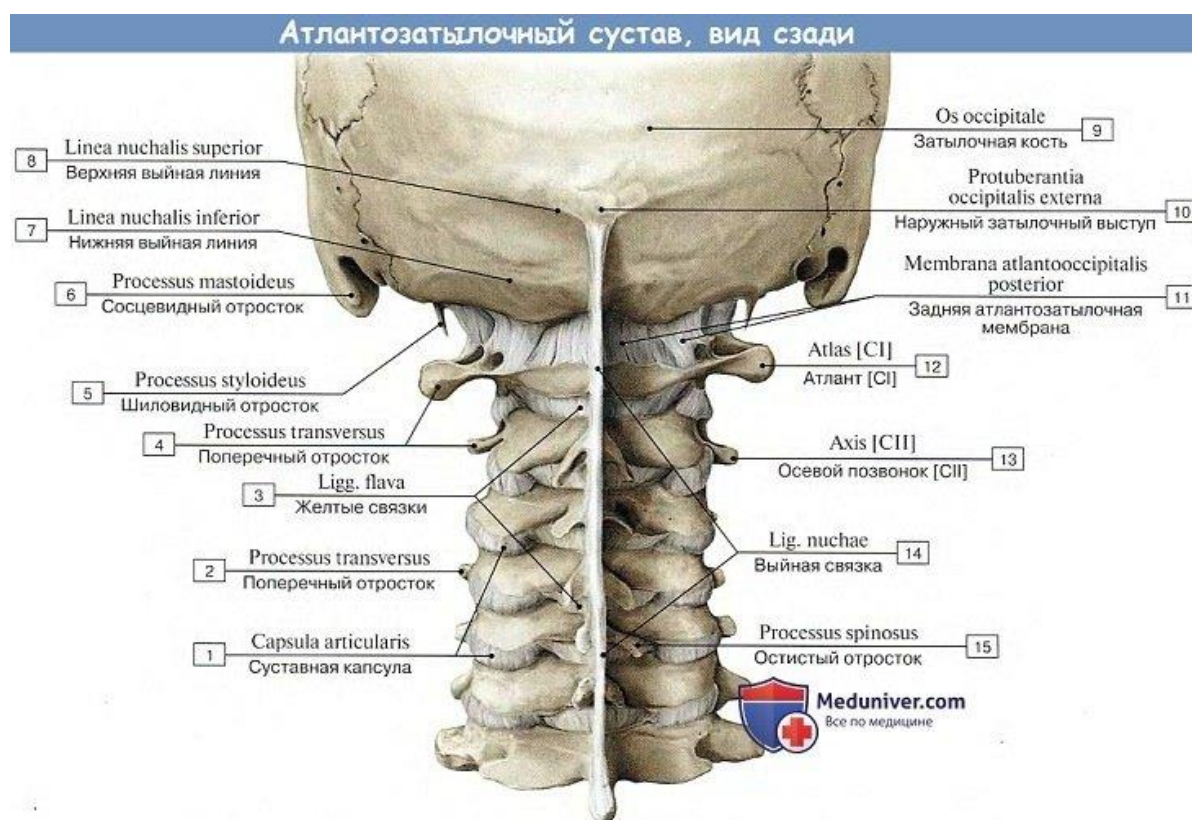


Рис. 19. Соединение позвоночника с черепом головы атлантозатылочным суставом

ТУЛОВИЩЕ И ПОЗВОНОЧНИК

Позвоночный столб (columna vertebralis) представляет собой последовательно накладывающиеся позвонки, которые соединены межпозвоночными дисками, суставами и связками. Формируется позвоночный столб вокруг спинного мозга, образуя для него костноеместилище. Помимо защиты спинного мозга, позвоночный столб выполняет и другие важные функции: является опорой для органов и тканей туловища, поддерживает голову, участвует в образовании стенок грудной и брюшной полостей и таза (рис.20).



Рис.20. Позвоночный столб

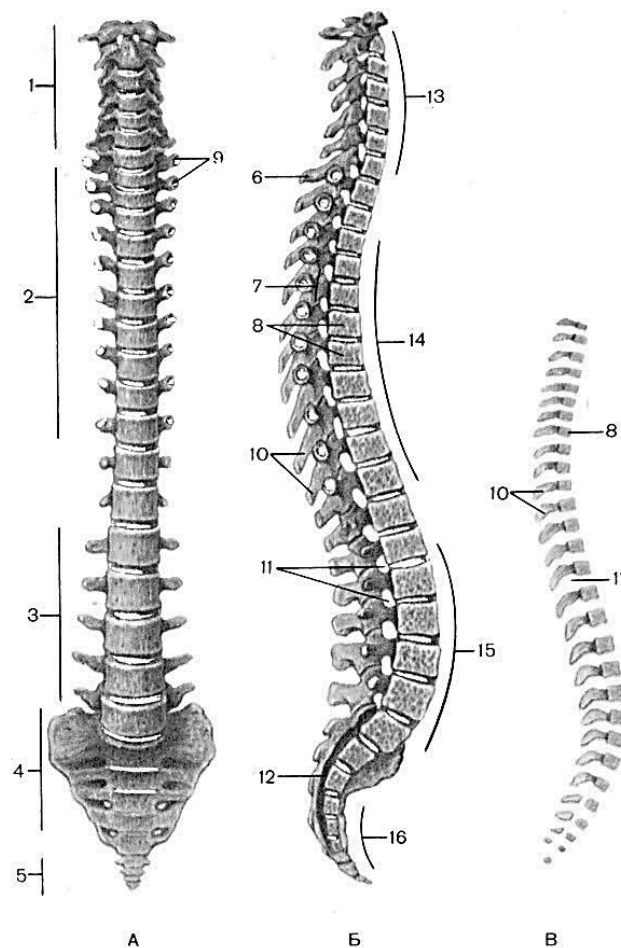


Рис.21. Позвоночный столб. Виды:

А - вид спереди; **Б** - срединный распил; **В** - позвоночный столб новорожденного;

1 - шейные позвонки (*vertebrae cervicales*); **2** - грудные позвонки (*vertebrae thoracicae*); **3** - поясничные позвонки (*vertebrae lumbales*); **4** - крестцовые позвонки (крестец) (*vertebrae sacrales*); **5** - копчиковые позвонки (*vertebrae coccygeae*); **6** - выступающий позвонок (*vertebra prominens*); **7** - позвоночный канал (*canalis vertebralis*); **8** - тело позвонка (*corpus vertebrae*); **9** - поперечные отростки (*processus transversales*) позвонков; **10** - остистый отросток (*processus spinosus*); **11** - межпозвоночное отверстие (*foramen intervertebrale*); **12** - крестцовый канал (*canalis sacralis*); **13** - шейный лордоз (*lordosis cervicalis*); **14** - грудной кифоз (*kyphosis thoracalis*); **15** - поясничный лордоз (*lordosis lumbalis*); **16** - крестцовый кифоз (*kyphosis sacralis*)

Различают пять отделов позвоночника – копчиковый, крестцовый, поясничный, грудной и шейный (рис.21, А). Каждый отдел имеет определенную степень подвижности, полностью неподвижным является только крестцовый отдел позвоночника. Позвоночный столб состоит из 32—34 позвонков. Позвонки различают: 7 шейных (рис.21, А-1); 12 грудных (рис.21, А - 2); 5 поясничных (рис.21, А - 3); 5 крестцовых, объединённых в одну кость — крестец (рис.21, А- 4) и 3—5 копчиковых позвонков, образующих копчик (рис.21, А - 5). Позвоночный столб человека на своем протяжении имеет несколько изгибов. Кривизна, обращенная выпуклостью кпереди, называется лордозом (lordosis), а вогнутостью кпереди — кифозом (kyphosis) (рис.21, Б). Различают шейный лордоз (рис.20, Б-13) и поясничный лордоз (рис.21, Б - 15). Выделяют кифозы грудного отдела позвоночника — грудной кифоз (рис.21, Б - 14); крестца — крестцовый кифоз (рис.21, Б - 16). Такое чередование лордозов и кифозов присуще позвоночному столбу человека, является его особенностью и связано с прямохождением и вертикальным положением тела. Вместе с межпозвоночными дисками лордозы и кифозы придают позвоночному столбу человека пружинистость и эластичность. На срединном распиле позвоночника хорошо видны: позвоночный канал (рис.21, Б - 7), межпозвоночные (рис.21, Б - 11) и выступающий позвонок (рис.21, Б - 6). В позвоночном столбе новорожденного хорошо выражен только грудной кифоз. Шейный лордоз появляется после того, как ребёнок научится держать головку и сидеть. Поясничный лордоз начинает формироваться с появлением способности ходить и полностью выражен только к 6—7 годам (рис.21, В) [6]. Объем движений в суставах между отдельными позвонками незначителен, в то же время движения всего позвоночника имеют большую амплитуду и возможны по трем осям: фронтальной, сагиттальной и вертикальной. Соответственно трем взаимно перпендикулярным осям вращения, проходящим через центр

тазобедренного сустава, в этом суставе бедром при закреплённом тазе, а вместе с ним и всей ногой можно производить следующие движения: сгибание и разгибание, т. е. движение вперед и назад; отведение и приведение; пронацию и супинацию; круговое движение (рис.22).

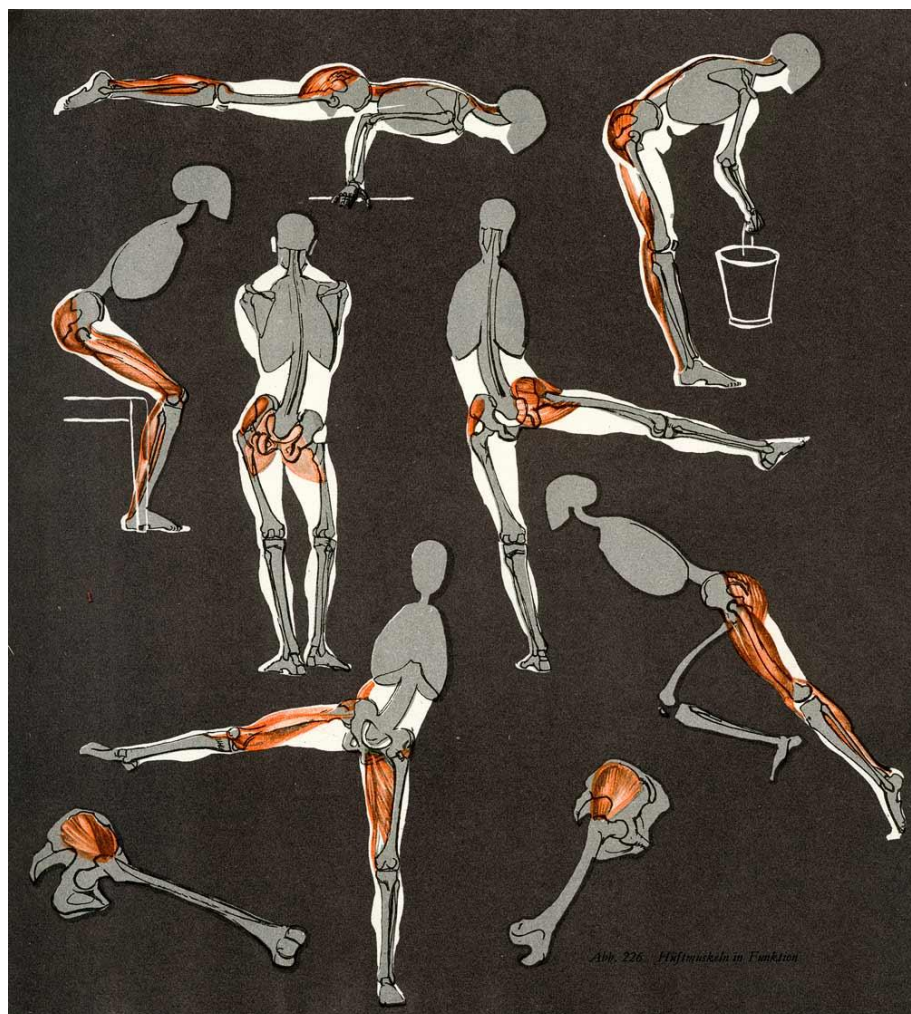


Рис. 22. Амплитуда движений позвоночника с помощью тазобедренного сустава

При закреплении бедра или всей ноги мышцы производят движения таза: вперед, назад, в стороны и повороты вправо и влево (рис.21). В разгибании бедра принимают участие мышцы, которые также пересекают поперечную ось тазобедренного сустава, но расположены сзади от нее. Эти мышцы идут как с таза на бедро, так и с таза на голень. К ним относятся большая ягодичная, двуглавая

мышца бедра, полусухожильная, полуперепончатая, большая приводящая, мышца - напрягатель широкой фасции, гребенчатая, прямая мышца бедра. При эргономическом поиске важно учитывать максимальные и минимальные амплитуды движений (рис.22, 23).

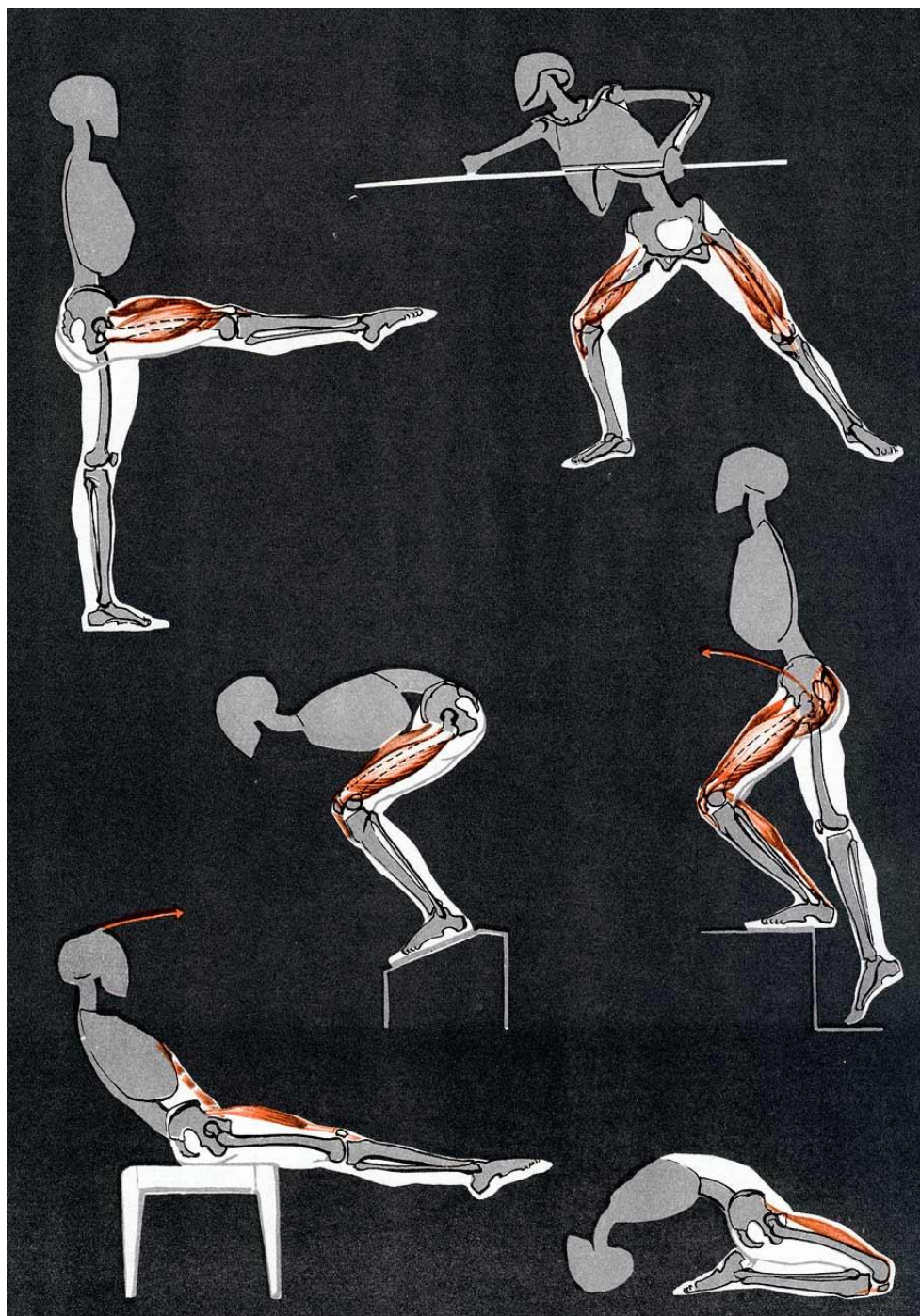


Рис.23. Амплитуда движения с помощью функциональных групп мышц

Туловище - часть тела человека, за исключением головы, шеи и конечностей. Мышцы туловища делятся на мышцы спины, груди и живота. Они обеспечивают вертикальное положение тела, участвуют в движениях позвоночного столба и ребер, образуют стенки грудной, брюшной и тазовой полостей. Мышцы груди делятся на:

- ✓ Мышцы груди, относящиеся к плечевому поясу и верхней конечности (большая и малая грудная, подключичная и др.);
- ✓ собственно мышцы груди (наружные и внутренние межреберные).

Большая и малая грудные мышцы осуществляют движение верхней конечности. Наружные и внутренние межреберные мышцы принимают участие в дыхательных движениях. Наружные межреберные поднимают ребра, обеспечивая вдох, а внутренние — опускают их, обеспечивая выдох (рис.24) [6].

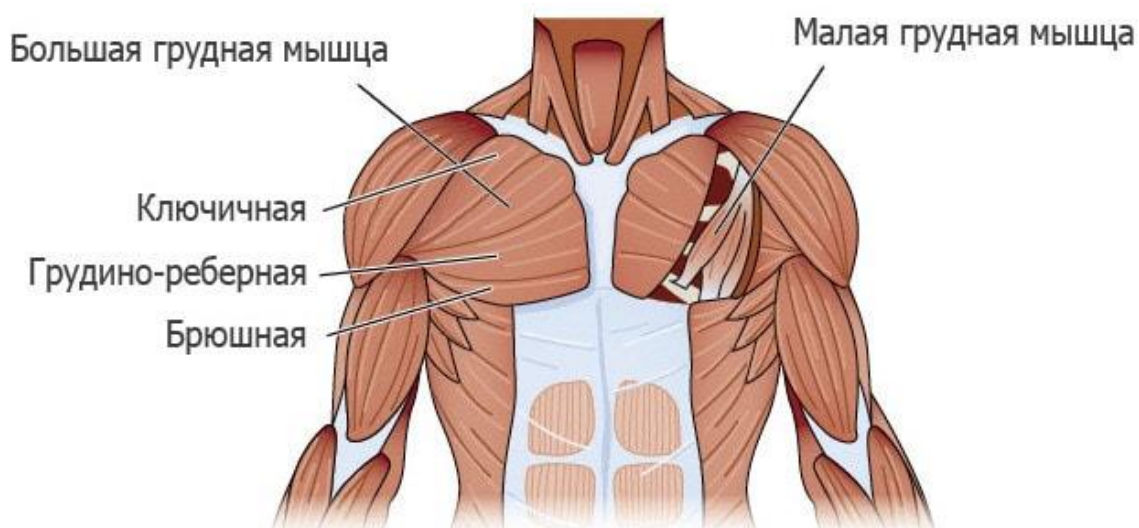


Рис.24. Мышцы груди

Мышцы живота участвуют в образовании передней и боковых стенок брюшной полости. Прямые мышцы живота участвуют в сгибании туловища вперед. Косые мышцы живота обеспечивают наклон позвоночного столба в разные стороны (рис.25) [3].

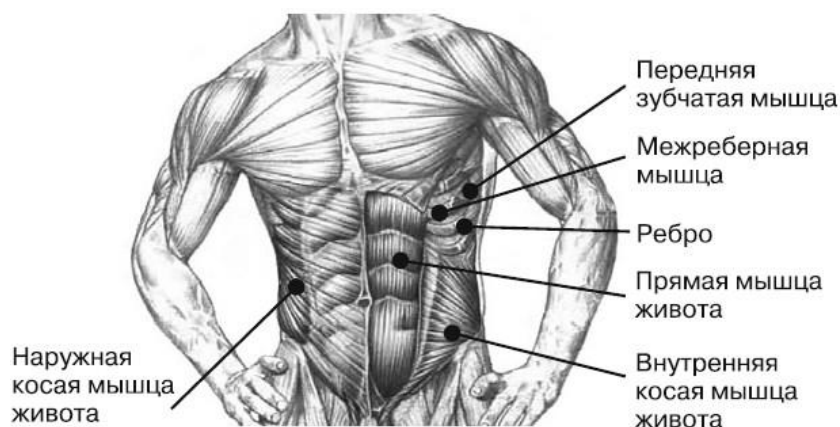


Рис.25. Мышцы живота

Мышцы спины делятся на поверхностные и глубокие. Поверхностные мышцы спины (трапециевидная, широчайшая) двигают лопатки, шею, голову, плечо и опускают руки вниз. Глубокие мышцы (ромбовидная, верхняя и нижняя зубчатые) двигают лопатки, поднимают и опускают ребра при дыхании. Крестцово-остистая мышца поддерживает тело в вертикальном положении, разгибает спину. Мышцы спины являются одними из сильнейших и работают в комплексе (рис.26)[6].

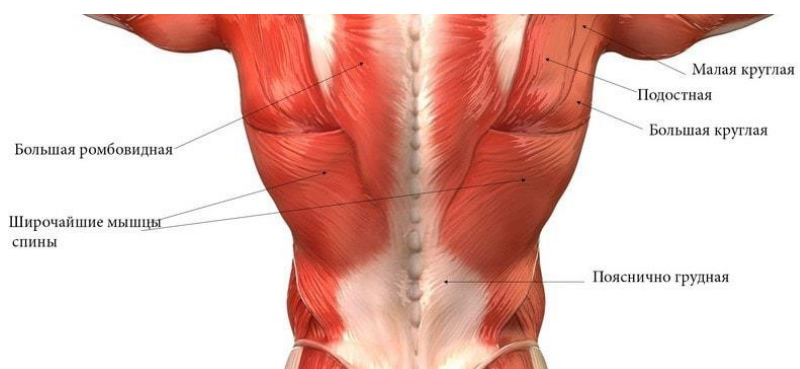


Рис. 26. Мышцы спины

НИЖНИЕ КОНЕЧНОСТИ

Анатомия нижних конечностей человека отличается от остальных костных структур в организме. Произошло это из-за необходимости передвигаться без угрозы для позвоночника. При ходьбе ноги человека пружинят, нагрузка на остальные части организма минимальна (рис 27).

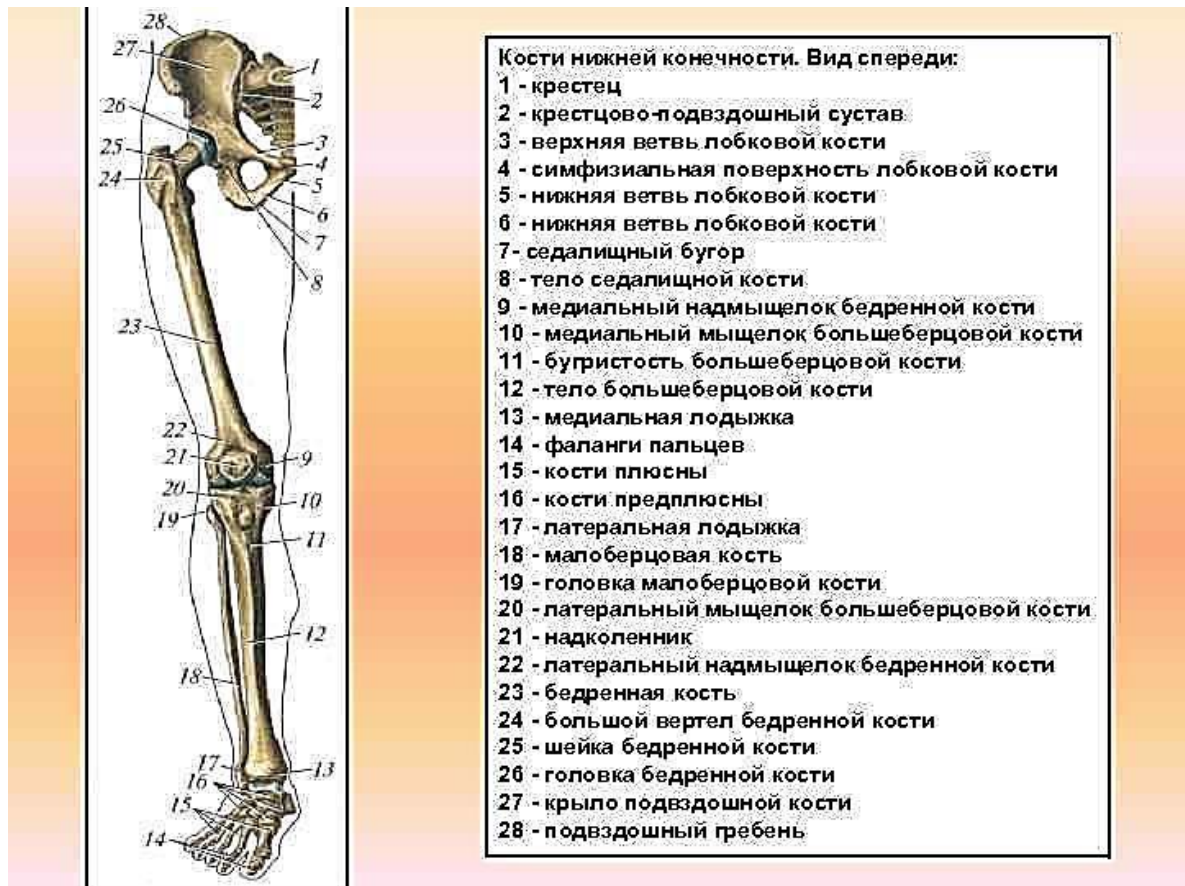


Рис.27. Кости нижней конечности

Мускулатура нижней конечности делится на мышцы тазового пояса (рис.28) и мышцы свободной нижней конечности (рис.29). **Мышцы тазобедренной области** начинаются от костей таза и прикрепляются на бедренной кости. Среди них различают подвздошно-поясничную, большую, среднюю, малую ягодичную. Они обуславливают сгибание и разгибание в тазобедренном суставе, наклоны туловища вперед и т.д. Кроме того, они поддерживают тело в вертикальном положении, поэтому у человека развиты гораздо сильнее, чем у животных. **Двуглавая мышца**

бедро сгибает голень и разгибает бедро, **четырёхглавая** — разгибает голень в коленном суставе. Мышцы, приводящие в движение стопу и пальцы, расположены на голени. Самая крупная из них **икроножная**, которая наибольшего развития достигает у человека, так как у него вся тяжесть тела приходится на ноги. Она также сгибает стопу. **Передняя большеберцовая мышца** разгибает стопу.

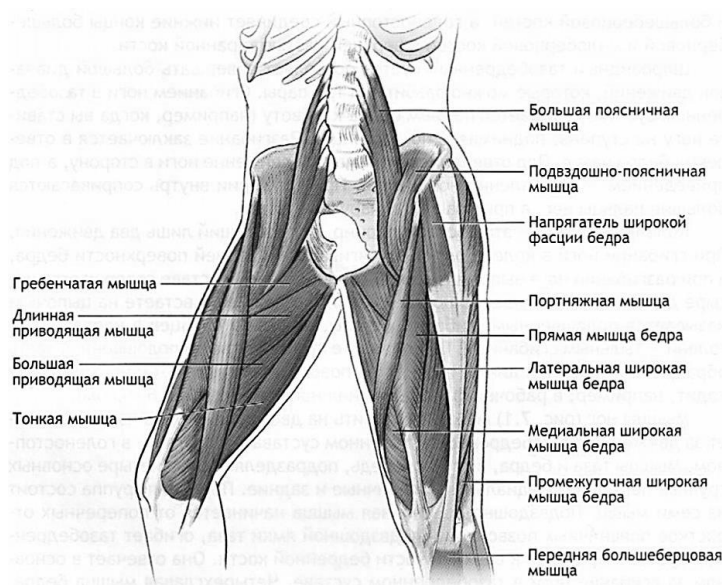


Рис. 28. Мышцы нижних конечностей тазового пояса



Рис. 29. Мышцы свободной нижней конечности

СТАТИКА И ДИНАМИКА ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА: ЦЕНТР ТЯЖЕСТИ

Наряду с анатомическими факторами - особенностями строения нижней конечности и туловища, выработанными в процессе антропогенеза для поддержания тела в вертикальном положении, обеспечения устойчивого равновесия и динамики, особое внимание должно быть уделено положению центра тяжести тела. Общим центром тяжести (ОЦТ) человека называют точку приложения равнодействующих всех сил тяжести частей его тела. За счёт работы мышц человек производит те или иные движения в пространстве – ходьба, бег, танец, передвижения во время работы и отдыха. Ходьба – это вид двигательной активности человека и животных, обеспечивающий активное передвижение в пространстве по твердой поверхности. В процессе ходьбы человека возникает сложная координированная деятельность конечностей и скелетных мышц. В зависимости от техники ходьбы при данном типе передвижения в процесс могут включаться до 95 % мышц тела (рис.30).

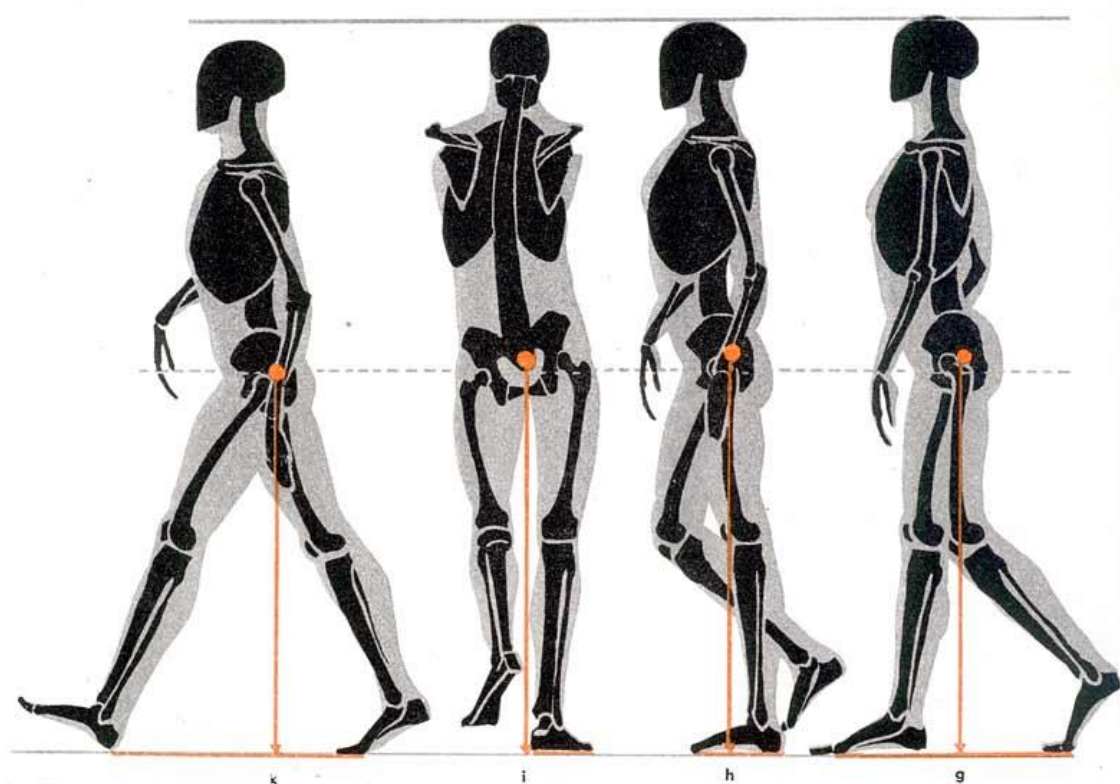


Рис.30. Ходьба. Опорное положение ног

Наиболее характерной особенностью всех видов ходьбы, по сравнению с бегом и прыжками, является постоянное опорное положение одной ноги (период одиночной опоры) или двух ног (период двойной опоры) (рис.30). Соотношение этих периодов обычно равно 4:1. Как период опоры, так и период маха может быть разделён на две основные фазы, а именно: **период опоры** - на фазе переднего толчка и заднего толчка, разделённые **моментом вертикали**; **маха** - фазы заднего шага и переднего шага, между которыми также находится момент вертикали [2].

Естественный бег представляет собой серию фаз опоры на одной ноге, перемежающихся фазами полёта, в отличие от ходьбы, когда одна из стоп всегда находится на земле. Ходьба – это маятниковоподобное движение с относительно прямыми ногами и малым колебанием по вертикали в процессе шагового цикла. Тело достигает верхней точки в средней фазе опоры и нижней точки между фазами опоры [3]. В противоположность этому беговой шаг является пружинно - амортизирующим механизмом[4], при котором тело занимает нижнюю точку в середине фазы опоры и верхнюю точку - в середине фазу полёта. В зависимости от частоты шагов бегуны перемещаются от 10 до 15 см по вертикали между фазой опоры и фазой полёта, но эта величина может снижаться до 5 см у бегунов с высокой частотой шагов (рис.31).

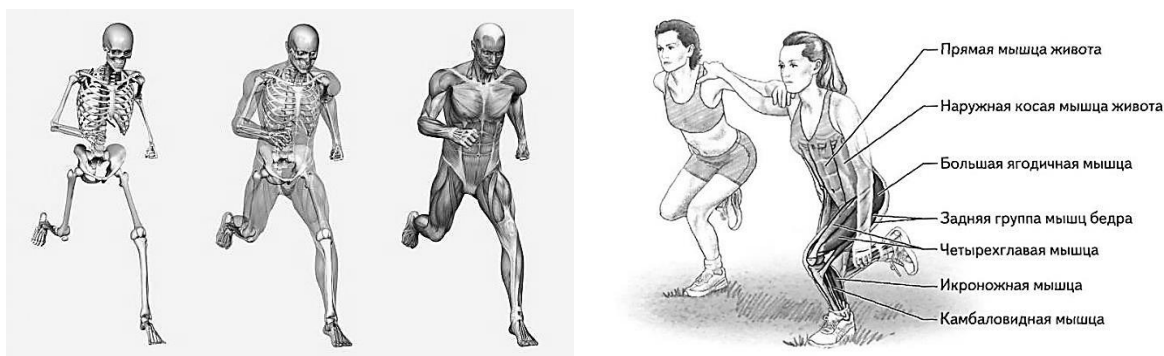


Рис. 31. Работа мышц при естественном беге

При низком старте в начале движения центр тяжести бегуна должен приходиться впереди точки опоры, при последующих шагах – наравне с бегуном. В это время туловище выпрямляется (рис.32). Все спортсмены, которые бегали на короткие дистанции до 1887 года стартовали, всегда в вертикальном положении. Однажды Чарльз Шерилл решил стартовать с низкого старта. Такое странное решение было очень необычным и вызвало у публики смех, но Чарльз Шерилл, не обращая внимания на смех зрителей, все же стартовал из такой позиции. К большому удивлению, он занял тогда первое место. А идею стартовать подобным образом, спортсмен подсмотрел у животных. Они всегда перед тем, как сделать рывок немного приседают. Такое решение помогает уменьшить сопротивление воздуха на старте, ведь площадь тела достаточно большая.

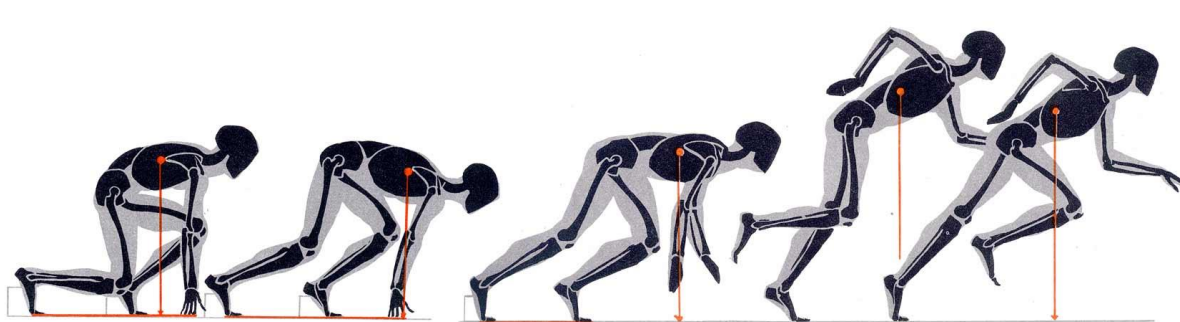


Рис.32. Центр тяжести при низком старте

При поднятии тяжёлых предметов надо правильно распределить нагрузки и максимально использовать мышцы ног, чтобы не сорвать спину и не потерять равновесие (рис.33, 34, 35). Некоторые профессии напрямую связаны с поднятием и переносом тяжёлых предметов. По технике безопасности при переноске груза определяются следующие правила: для юношей от 16 до 18 лет – максимальный вес за один подъем 16 кг; для мужчин за один подъем - 50 кг; для мужчин за смену (8 часов) допускается подъем не более 4 тонн; для женщин - 10 кг, два раза в час,

при чередовании с другой работой. При работе с грузом постоянно – 7 кг; для девочек и девушек это примерно 10 % от их собственного веса,

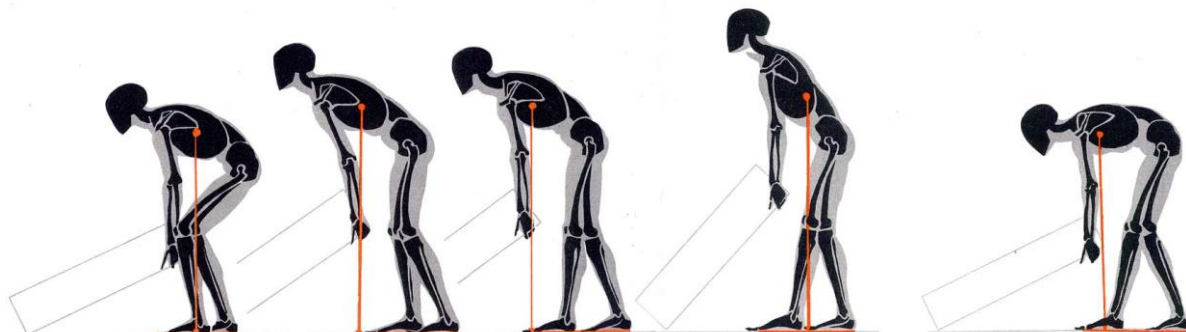


Рис.33. Распределение нагрузки и центра тяжести при подъёме грузов руками

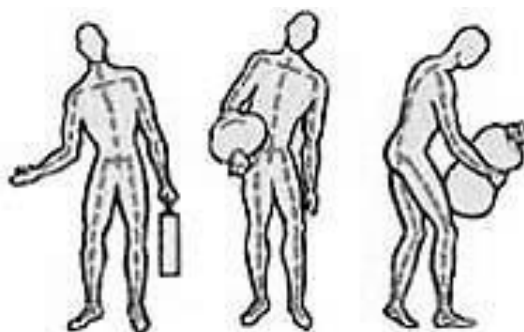


Рис. 34. Неправильное распределение нагрузки при подъёме грузов руками

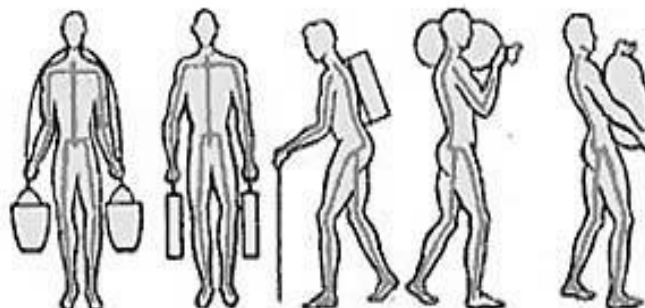


Рис. 35. Правильное распределение нагрузки при подъёме грузов руками

МОТОРИКА ЧЕЛОВЕКА

Любое движение и действие человека – это результат двух различных видов деятельности: умственной и физической. Этот процесс называется моторикой. **Моторика** (лат. *motus* — движение) — двигательная активность организма или отдельных органов. Под моторикой понимают последовательность движений, которые в своей совокупности нужны для выполнения какой-либо определённой задачи. Под моторикой органа или системы органов понимают слаженную работу мышц, обеспечивающих их нормальное функционирование. Это реакция организма на внешнее раздражение и выражается мышечным сокращением. Различают крупную и мелкую моторику. Навыки крупной моторики включают в себя выполнение таких действий, как переворачивание, наклоны, ходьба, ползание, бег, прыжки и тому подобные (рис.36). Обычно развитие навыков крупной моторики следует по общему шаблону в определённом порядке взросления. Крупная моторика является основой, на которую впоследствии накладываются более сложные движения мелкой моторики.

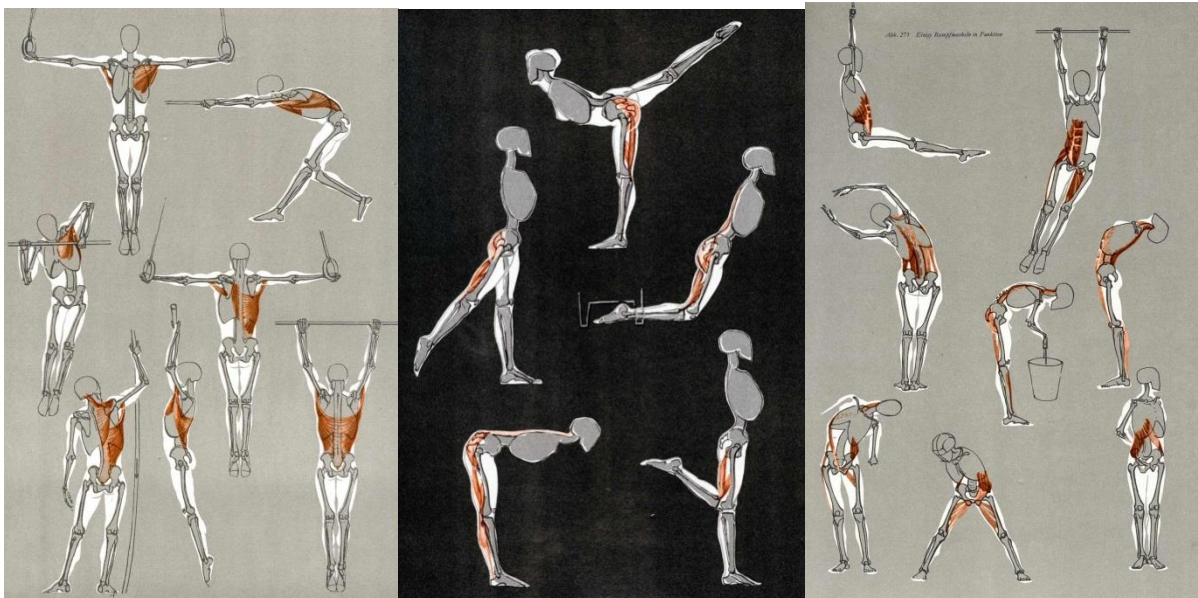


Рис. 36. Навыки крупной моторики человека

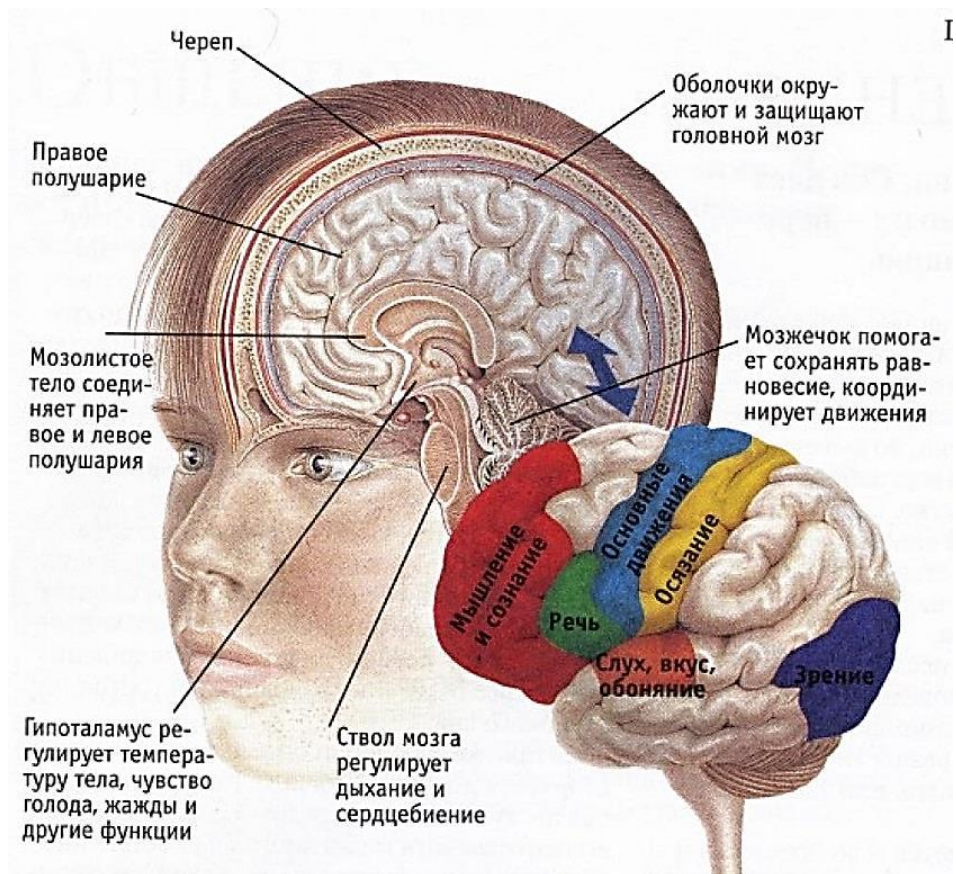


Рис.37. Отделы головного мозга, отвечающие за сенсорные системы

Передвижение тела человека или его отдельных частей в пространстве обеспечивают скелетные мышцы при сокращении нервного импульса, проходящего через мозг человека, где каждая часть отвечает за определённый вид сенсорной системы (рис.37).

Основными свойствами скелетных мышц являются:

- ✓ возбудимость – деятельность мышечных волокон осуществляется под влиянием нервных импульсов;
- ✓ проводимость – от нервных окончаний до ЦНС происходит быстрое проведение импульса;
- ✓ сократимость – в результате движения нервного импульса осуществляется сократимость скелетной мышцы.

МЕЛКАЯ МОТОРИКА. ВЕРХНИЕ КОНЕЧНОСТИ

Мелкая моторика — способность манипулировать мелкими предметами, передавать объекты из рук в руки, а также выполнять задачи, требующие скоординированной работы глаз и рук. Навыки мелкой моторики используются для выполнения таких точных действий, как «пинцетный захват» (большим и указательным пальцами) для манипулирования небольшими объектами, письмо, рисование, вырезание, застёгивание пуговиц, вязание, игра на музыкальных инструментах и т.д. Освоение навыков мелкой моторики требует развития более мелких мышц, чем для крупной моторики.

Рука — верхняя конечность человека опорно - двигательного аппарата - одна из главнейших частей тела. С помощью рук человек может выполнять множество действий, основным из которых является возможность захватывать предметы. В костном скелете в области руки выделяют следующие анатомические области и соответствующие им кости: плечевой пояс (*ключица, лопатка*); плечо (*плечевая кость*); предплечье (*локтевая кость, лучевая кость*); кисть. Часто «плечевой пояс» называется словом плечо (в этот термин включается ещё и плечевой сустав) (рис.38).

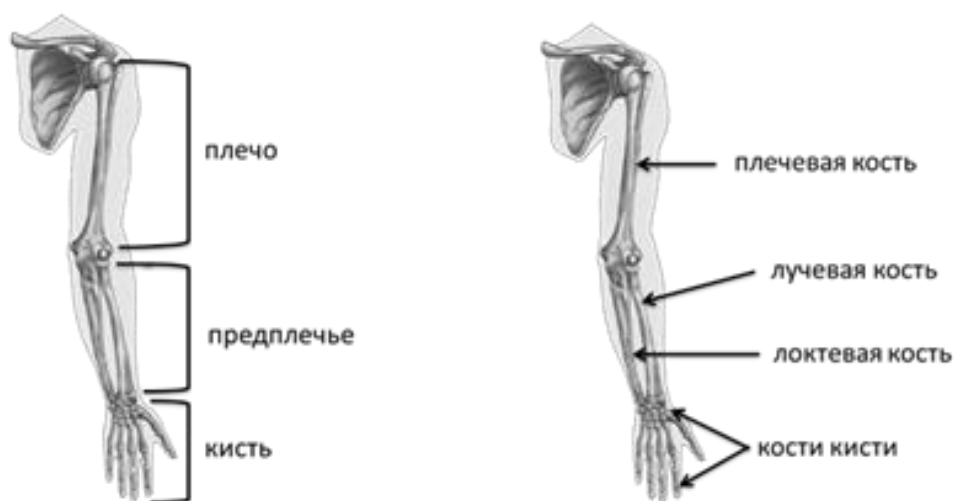


Рис.38. Костный скелет в области руки



Рис.39. Строение кисти руки человека

Строение запястья руки человека – данная часть включает 8 костей. Все они имеют маленькие размеры и расположены в два ряда (рис.40).



Рис.40. Строение запястья руки человека

Строение пястья руки человека – это часть ладони включает в себя 5 костей. Самая крупная - это кость первого пальца. Она соединяется с запястьем седловидным суставом. За ней следует самая длинная кость

указательного пальца. Далее каждая последующая кость короче предыдущей, при этом все оставшиеся кости крепятся к запястью (рис.41).

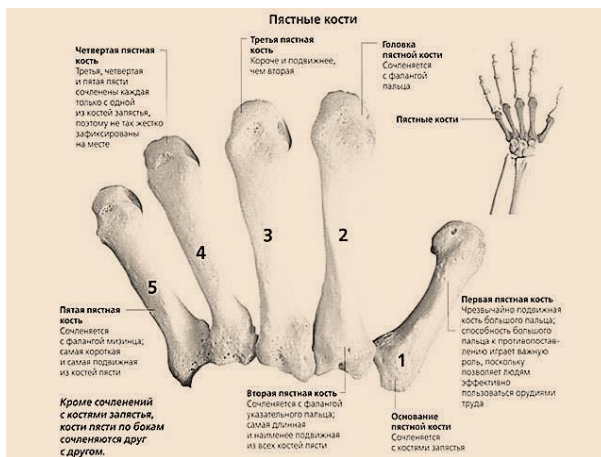


Рис. 41.Строение «пястья» руки человека

Кости пальцев руки формируются из фаланг. При этом они имеют самую длинную и самую короткую фаланги. Исключение: у первого пальца руки отсутствует первая фаланга (рис.42).

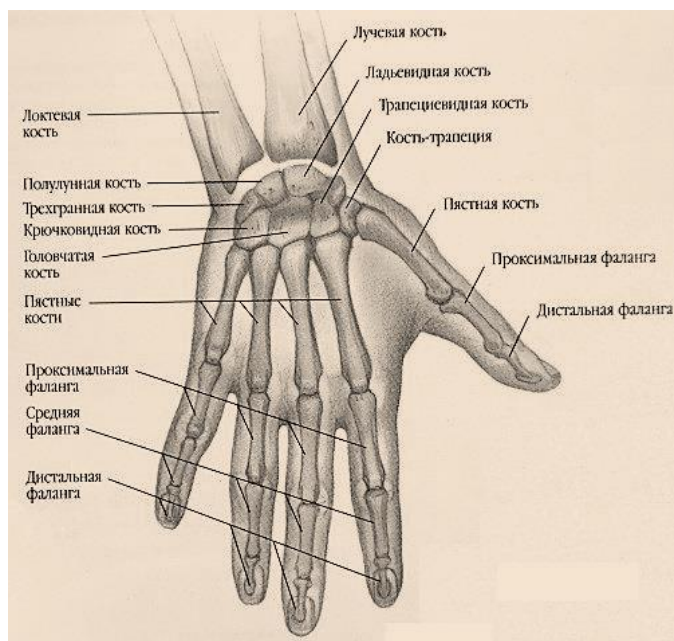


Рис. 42. Кости пальцев руки

Мышцы верхней конечности подразделяются на мускулатуру плечевого пояса и мышцы свободной верхней конечности. Легко прощупывается на боковой поверхности плеча самая сильная мышца плечевого пояса —

дельтовидная. Она поднимает руку до горизонтального положения. Наиболее выраженными мышцами плеча являются двуглавая и трехглавая. **Двуглавая**, располагаясь на передней поверхности плечевой кости, при сокращении сгибает руку в плечевом и локтевом суставах. Она прикреплена двумя верхними сухожилиями к лопатке, а нижним — к предплечью. **Трехглавая**, располагаясь на задней поверхности плечевой кости, является антагонистом двуглавой и разгибает оба сустава. От ее верхнего конца отходят сухожилия: одно из них прикрепляется к лопатке; два других — к задней поверхности плечевой кости. Сухожилие, отходящее от нижнего конца трехглавой мышцы, проходит по задней поверхности локтевого сустава и прикрепляется к локтевой кости. **Мышцы предплечья** сгибают и разгибают предплечье, кисть и пальцы, а также вращают предплечье вокруг оси. Мышцы кисти разводят и сводят пальцы, сгибают и разгибают фаланги пальцев (рис.25, 43). Мышечная система руки состоит из нескольких слоев мышц, причём многие мышцы перекинуты более чем через один сустав, благодаря чему при сокращении одной мышцы может изменяться положение в нескольких (рис.43).

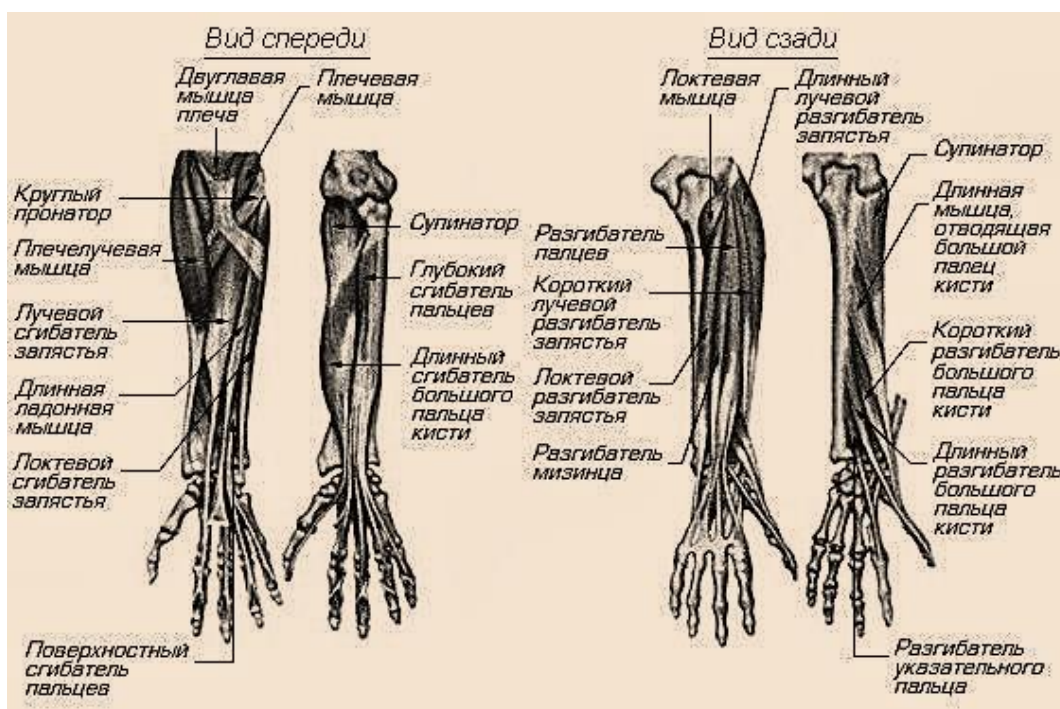


Рис.43. Мышцы верхней конечности

РЕЦЕПТОРЫ КОЖИ, МЫШЦ И СУСТАВОВ РУКИ

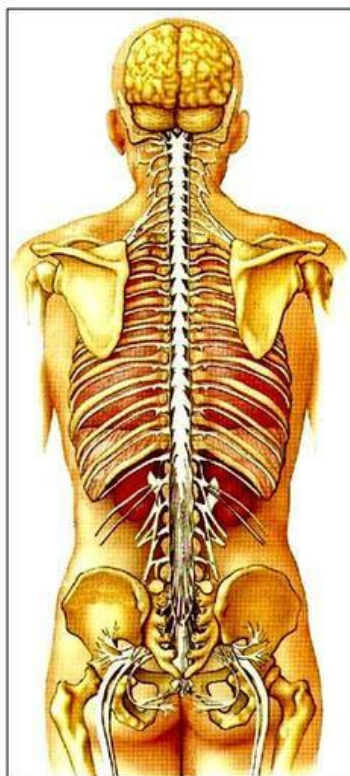
Рука снабжена огромным количеством сенсорных окончаний и имеет эфферентную и афферентную иннервацию. Иннервация – взаимосвязь, сообщение тканей и всех органов живого организма с центральной нервной системой (ЦНС) посредством нервов. Медики разделяют иннервацию на афферентную и эфферентную. Рецепторы воспринимают сигналы от органов обо всех протекающих в них процессах и по центроостремительным волокнам передают их в ЦНС – это афферентная иннервация. А эфферентная иннервация – это когда ответный сигнал поступает по центробежным нервам, которые контролируют работу органа, в результате чего центральной нервной системой регулируется жизнедеятельность органа в зависимости от потребностей организма. Эфферентные волокна посылают сигналы от спинного мозга к руке, а афферентные волокна — от руки в спинной мозг (через дорсальные ганглии). Волокна собраны в нервы, и практически все они смешанные, то есть содержат как эфферентные, так и афферентные волокна (рис.44).



Рис. 44. Основные нервы верхней конечности

ГОЛОВНОЙ МОЗГ И НЕРВНЫЕ ОКОНЧАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Строение нервной системы



Анатомически НС подразделяется на *центральную и периферическую*, к центральной нервной системе относятся головной и спинной мозг, к периферической — 12 пар черепномозговых нервов и 31 пара спинномозговых нервов и нервные узлы.

Функционально нервную систему можно разделить на *соматическую и автономную (вегетативную)*. Соматическая часть нервной системы регулирует работу скелетных мышц, автономная контролирует работу внутренних органов.

Рис. 45. Таблица строения нервной системы человека

Головной мозг — это главная часть центральной нервной системы, которая также включает спинной мозг. Он контролирует все процессы, происходящие в организме. Большинство сигналов от головного мозга передаются организму через спинной мозг. Главная и специфическая функция ЦНС — осуществление простых и сложных рефлексов у человека. Функциональное предназначение соматической нервной системы — передача информации от структур головного, а также спинного мозга к мышечным волокнам. Благодаря этому организм получает возможность продуктивно взаимодействовать с внешним миром. При этом человек может контролировать при помощи собственного сознания все действия, которые обеспечивает соматическая система. Автономная — вегетативная нервная система регулирует работу всех внутренних органов — органов пищеварения, дыхания, кровеносной, эндокринной систем (рис. 45).

Вся нервная система состоит из: центральной и периферической. К центральной части относится спинной и головной мозг, а периферическая система представляет собой отходящие нервные волокна от головного и спинного мозга. Периферические нервы делятся на: двигательные, чувствительные и смешанные, в зависимости от того, из каких волокон они состоят (двигательных или чувствительных). Отростки, которые состоят из чувствительных нервов, находятся в нервных узлах вне мозга (рис. 46).

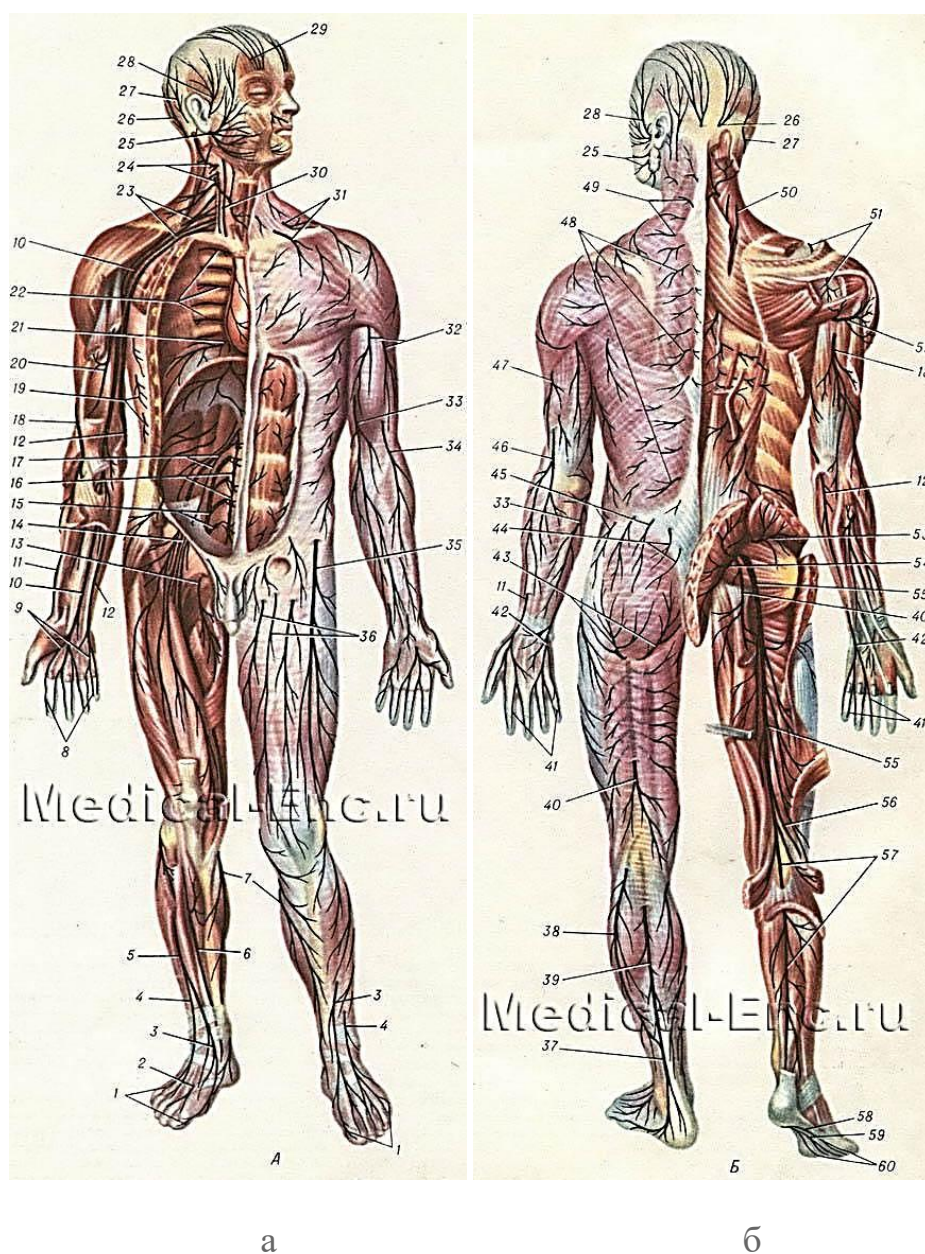


Рис.46. Нервные окончания человека: а – вид спереди; б – вид сзади;

1 — тыльные нервы пальцев стопы; 2 — конечная ветвь глубокого малоберцового нерва; 3 — тыльный медиальный нерв; 4 — тыльный промежуточный нерв; 5 — поверхностный малоберцовый нерв; 6 — глубокий малоберцовый нерв; 7 — кожный (скрытый) нерв; 8 — нервы пальцев кисти; 9 — общие ладонные пальцевые нервы; 10 — срединный нерв; 11 — поверхностная ветвь лучевого нерва; 12 — локтевой нерв; 13 — запирающий нерв; 14 — бедренный нерв; 15 — крестцовое сплетение; 16 — симпатический ствол; 17 — поясничное сплетение; 18 — лучевой нерв; 19 — латеральные грудные кожные ветви; 20 — мышечно-кожный нерв; 21 — диафрагмальный нерв; 22 — межреберные нервы; 23 — плечевое сплетение; 24 — шейное сплетение; 25 — лицевой нерв; 26 — большой затылочный нерв; 27 — малый затылочный нерв; 28 — ушно-височный нерв; 29 — надглазничный нерв; 30 — блуждающий нерв; 31 — надключичные нервы; 32 — медиальный кожный нерв плеча; 33 — медиальный кожный нерв предплечья; 34 — латеральный кожный нерв предплечья; 35 — латеральный кожный нерв бедра; 36 — передние кожные нервы бедра; 37 — нерв икры; 38 — латеральный кожный нерв икры; 39 — медиальный кожный нерв икры; 40 — задний кожный нерв бедра; 41 — тыльные пальцевые нервы; 42 — тыльная ветвь кисти (локтевого нерва); 43 — нижние кожные нервы ягодицы; 44 — средние кожные нервы ягодицы; 45 — верхние кожные нервы ягодицы; 46 — задний кожный нерв предплечья; 47 — латеральный кожный нерв плеча; 48 и 49 — задние ветви спинномозговых нервов; 50 — тыльный нерв лопатки; 51 — надлопаточный нерв; 52 — подкрыльцовый нерв; 53 — верхний ягодичный нерв; 54 — нижний ягодичный нерв; 55 — седалищный нерв; 56 — общий малоберцовый нерв; 57 — большеберцовый нерв; 58 — латеральный подошвенный нерв; 59 — медиальный подошвенный нерв; 60 — общие подошвенные пальцевые нервы

ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИОЛОГИИ ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ЧЕЛОВЕКА В ПРОМЫШЛЕННОМ ДИЗАЙНЕ

Основы современной биомеханики и общей теории управления движениям заложил *Николай Александрович Бернштейн* (1896—1966). В созданном им направлении исследований функций мозга — физиологии активности — воплотился системный подход к изучению поведения человека и животных. Двигательная функция рассматривалась Бернштейном как важнейшее средство активного взаимодействия организма с окружающей средой (в целях удовлетворения его насущных потребностей: добывания пищи, самосохранения и работы) и основной способ получения необходимой информации. Объектом исследований стал человек, имеющий свои цели, потребности, активно строящий и реализующий планы их достижения. Анализ биомеханики двигательного акта с учетом свойств органа движения показал, что опорно-двигательный аппарат является сложным исполнительным прибором с большим числом степеней свободы. Сложной составляющей считается трудовое действие — комплекс трудовых движений, выполняемых непрерывно. При проектировании изделий дизайнер изучает двигательный аппарат человека и его движения в процессе работы или отдыха. С помощью пластического моделирования объекта выявляет эстетически красивую форму, которая облегчает эти движения и удобство пользования изделием.

В зависимости от групп мышц, участвующих в движении, выделяют следующие виды трудовых движений: пальцами; пальцами и кистью; пальцами, кистью и предплечьем; пальцами, кистью, предплечьем и плечом; пальцами, кистью, предплечьем, плечом и корпусом в целом. С точки зрения нервной регуляции двигательной системы самым сложным является движение пальцами, поскольку оно требует наибольшего напряжения нервной системы и мышц верхней конечности (рис.47).

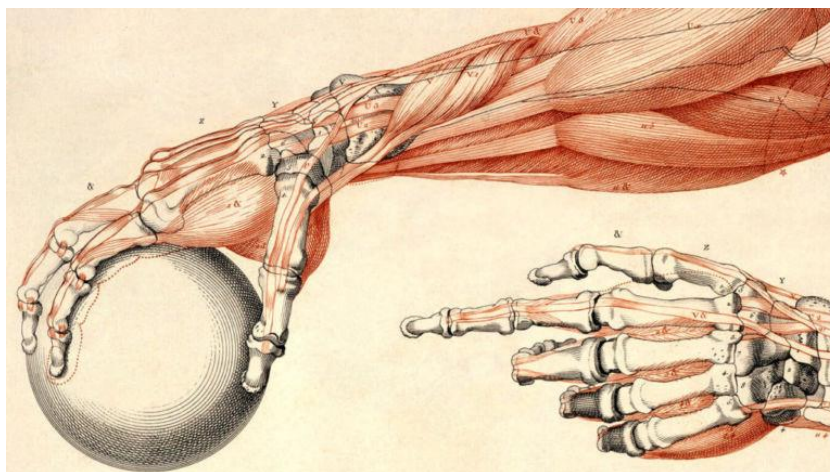


Рис.47. Вид движения «пальцами»

Другим классификационным признаком является функция движения. По этой классификации все движения делятся на собственно *рабочие и исполнительные*, с помощью которых осуществляется воздействие на предмет труда; *познавательные*, благодаря которым познается предмет труда (ощупывающие, измерительные, пробивающие и т.д.); *приспособительные*, в основном связанные с установлением рациональной и удобной рабочей позы, коррекцией движения; *ошибочные*, вызывающие брак в работе (неправильная обработка детали, неправильный ответ на сигнал на пульте, нажатие другой клавиши при работе с клавиатурой компьютера, ошибочные записи бухгалтера и др.).

Последняя группа движений является недопустимой, ее называют «скорлупой» движения, от которой необходимо освободиться при рационализации рабочих движений. Три другие группы движений необходимы для осуществления трудового процесса, их рационализация сводится к нахождению оптимального варианта сочетания в каждом конкретном случае. Современная классификация выдвигает в качестве определяющего признака основные типы активности, согласно которым все виды движения можно свести к трем [5]:

1. Обеспечение позы, при которой сила сокращения мышц обычно невелика, а длительность сокращения значительна. В трудовой

- деятельности удержание позы бывает связано с преодолением внешних сил. Типичный пример позы человека — положение стоя;
2. Локомоция — активное перемещение в пространстве на расстояния, значительно превышающие характерные размеры тела. Наиболее распространенная форма локомоции — ходьба, которая относится к циклическим двигательным актам, при которых последовательные фазы движения периодически повторяются;
 3. Произвольные движения, т.е. самые разные движения, совершаемые как в процессе труда, так и в повседневной жизни. Из-за большого числа степеней свободы подвижности двигательная задача может выполняться из различных исходных поз, что ставит перед центральной нервной системой задачу выбора одного варианта из многих.

ХИРОТЕХНИКА В ПРОМЫШЛЕННОМ ДИЗАЙНЕ

Хиротехника (от греч. *cheir* – рука) – дисциплина, изучающая закономерности формообразования рукояток инструментов и органов управления машинами, станками; соответствие их строению руки человека и его трудовым процессам. В современном промышленном производстве остаётся потребность в ручном инструменте особенно при сборочных и ремонтных работах. Поэтому необходимо создание наиболее удобного в работе инструмента с рациональной формой. Для практической реализации рекомендаций хиротехники необходимо чётко представлять назначение различных трудовых операций, необходимые для их выполнения инструменты, их устройство, приёмы работы, а также строение двигательного аппарата руки (суставов, костей, мышц). При проектировании ручного инструмента необходимо соблюдать следующие требования:

- ✓ напряжение руки при работе с инструментом должно быть минимальным;

- ✓ конструкция инструмента и рукоятки должна максимально учитывать характер движений человека;
- ✓ давление при сжатии рукоятки должно распространяться на возможно большую площадь соприкосновения;
- ✓ форма рукоятки должна предохранять руку от повреждений; материал должен быть гигиеничным;
- ✓ нельзя придавать рукоятке форму, которая допускает её удержание только одним способом.

В большинстве стран имеются собственные нормы и требования к производству ручного инструмента. В связи с научно техническим прогрессом ряд передовых фирм разрабатывают новые инструменты, создают новые инварианты и адаптированные к новым условиям аналоги уже имеющихся инструментов.

Проектирование объектов предметной среды требует использования научно-эргономических данных о работающих людях в контексте физиологии, биомеханики, антропометрии, инженерной психологии. Эргономическое проектирование - это проективная эргономика, перспективная эргономика, проектная эргономика. Также это оценка (аттестация) предметно-пространственной профессиональной среды, предметных средств деятельности и опирается на результаты эргономического анализа конкретных видов труда, данных эргономических экспертной оценки и государственных эргономических стандартов. Понимание природы и особенностей функционирования психомоторики человека служит основой эргономического проектирования и оценки рабочих мест, конструирования и размещения органов управления сложным техническим оборудованием, ручного и механизированного рабочего инструмента, спецодежды и профессионального снаряжения.

АНАТОМИЯ И ПЛАСТИКА РУКИ ЧЕЛОВЕКА

Рука — верхняя конечность человека опорно — двигательного аппарата — одна из главнейших частей тела. С помощью рук человек может выполнять множество действий, основным из которых является возможность захватывать предметы. Если не учитывать лицо человека, то больше всего эмоции человека передает положение его рук. Кисти и пальцы очень пластичны (рис.48) и прекрасно отображают эмоциональное состояние человека.

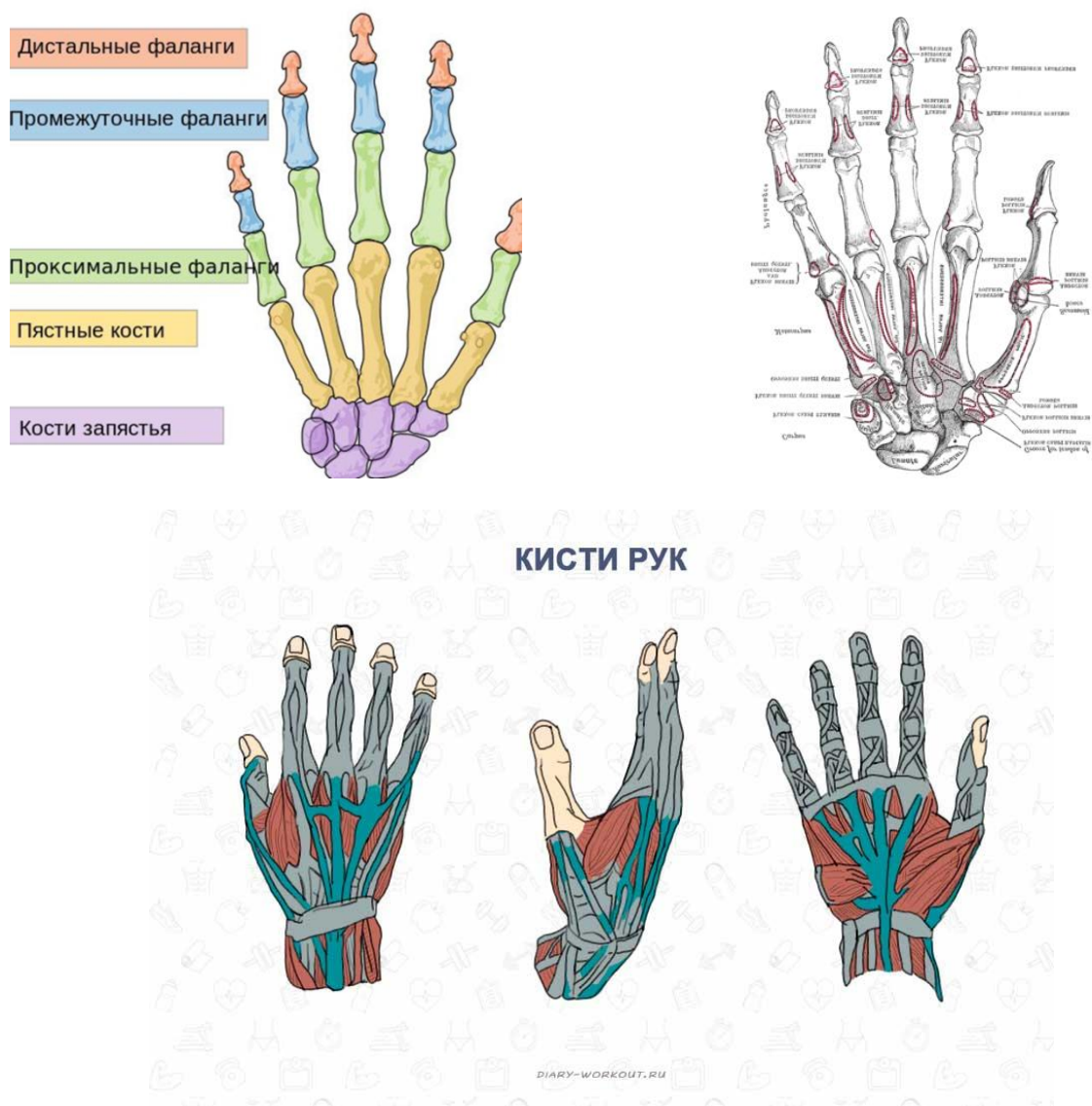


Рис. 48. Анатомическое строение руки человека

Пропорции и общие соотношения кисти рук. Кисть руки немного похожа на лопатку, которая состоит из двух частей: пальцы и пясть. Длина пальцев равна длине пясти. Это соотношение нужно соблюдать. Рисунок руки можно начинать из схематического обозначения ее формы и линией показать черту, разделяющую кисть на две равные части – пальцы и пясть (рис.49). Длина всей кисти может быть совсем разной. Есть люди с короткими и длинными пальцами и, соответственно, кистью квадратной или вытянутой формы.

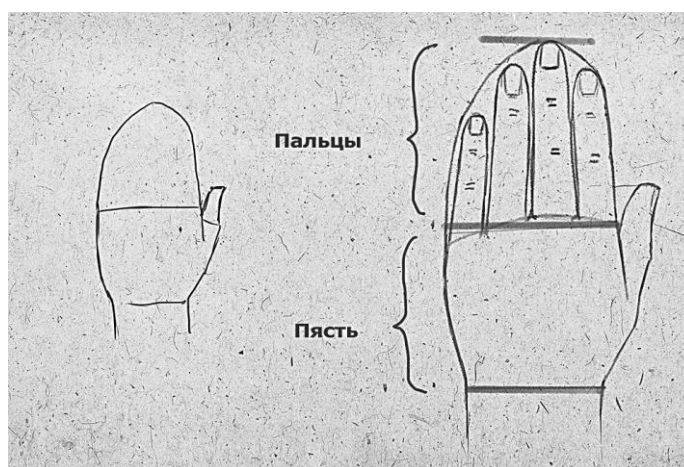


Рис.49. Схематичное изображение формы руки

Пальцы. Подвижные и гибкие пальцы состоят из суставов. Кости пясти самые большие и длинные к ним крепятся суставы пальцев. Каждая последующая фаланга меньше и тоньше предыдущей (рис.50).

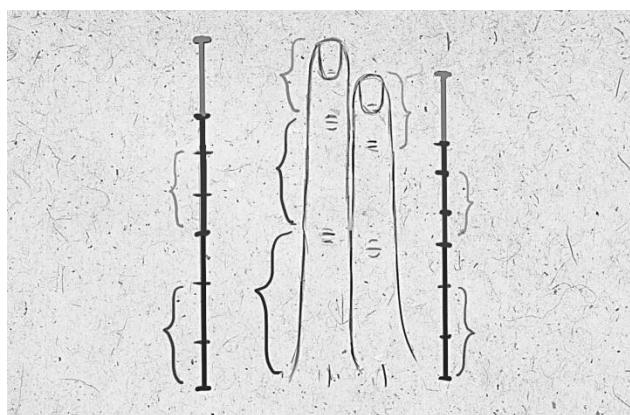


Рис. 50. Каждая последующая фаланга меньше и тоньше предыдущей

Кисти наших рук устроены по принципу золотого сечения, потому женские ручки так притягивают к себе взгляды окружающих мужчин. Пропорции фаланг находятся в соотношении $2/3$ от длины предыдущей фаланги. На рис. 51 показано соотношение первой, второй и третьей фаланг. Все пальцы, кроме большого, состоят из четырех суставов: три фаланги и один сустав в пясти. Большой палец отставлен в сторону, немного развернут по отношению к остальным пальцам и состоит из трех суставов. Его длина обычно достигает середины первой фаланги указательного пальца. Длина мизинца почти достигает изгиба последней фаланги безымянного пальца (рис.52).

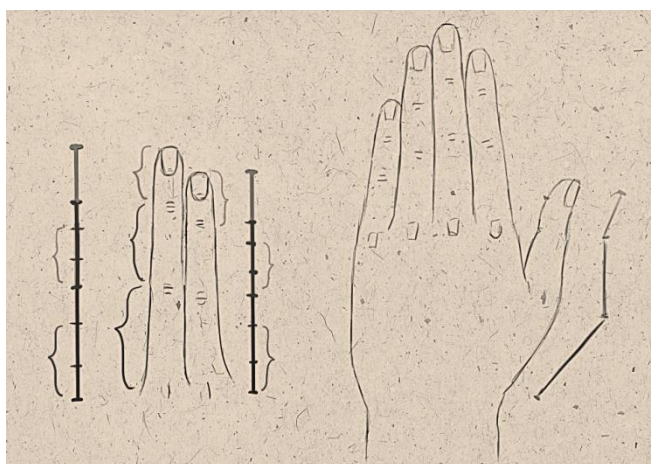


Рис.51. Пропорции фаланг пальцев – золотое сечение

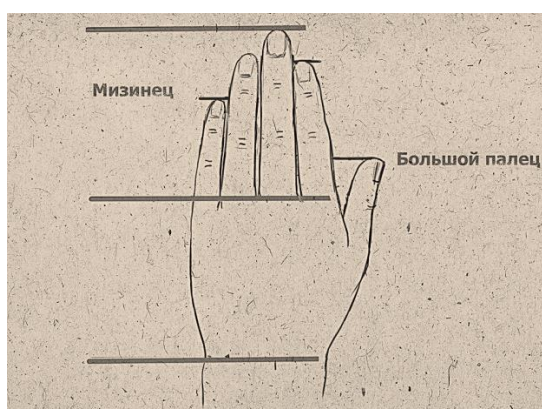


Рис.52. Длина мизинца почти достигает изгиба последней фаланги безымянного пальца

Направления прорисовки при эскизировании ладони. Если очертить кисть сверху одной линией, получим небольшой полукруг, вершина которого средний палец. Обратите внимание на внутреннюю и внешнюю сторону ладони. Если провести условную линию у основания пальцев, также увидим небольшую дугу, которая идет от указательного пальца и спускается к мизинцу. Рисовать руку можно, начиная из варежки, сразу намечая все направления. Подушечки и складки на внутренней стороне ладони также имеют одно общее направление, они как бы спускаются от указательного пальца к мизинцу (рис.53).

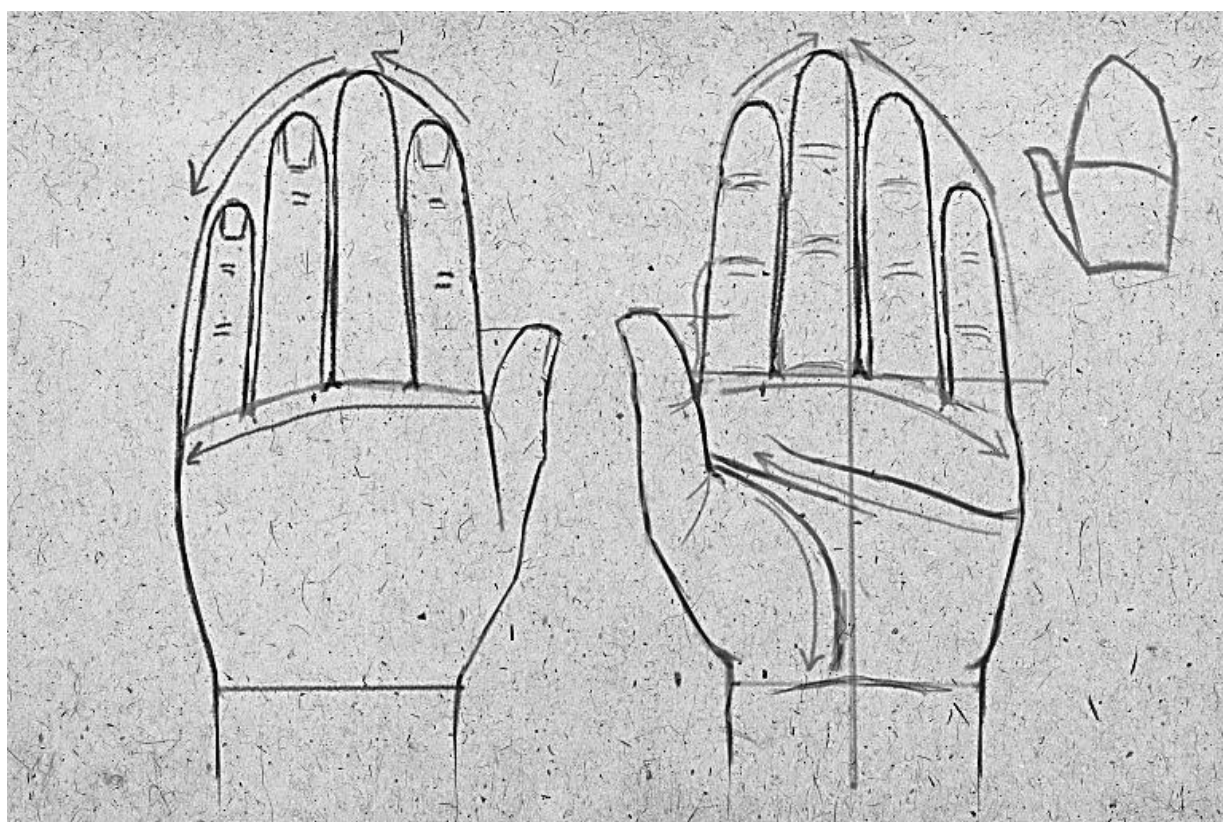


Рис. 53. Направления прорисовки при эскизировании ладони

Кулак. Ещё немного информации о направлениях, которые помогут более быстро и правильно изобразить кисть. Допустим, что нужно изобразить кисть, сжатую в кулак. Равномерно согнутые пальцы снова образуют некую дугу, с общим направлением «вниз к мизинцу» (рис.54).

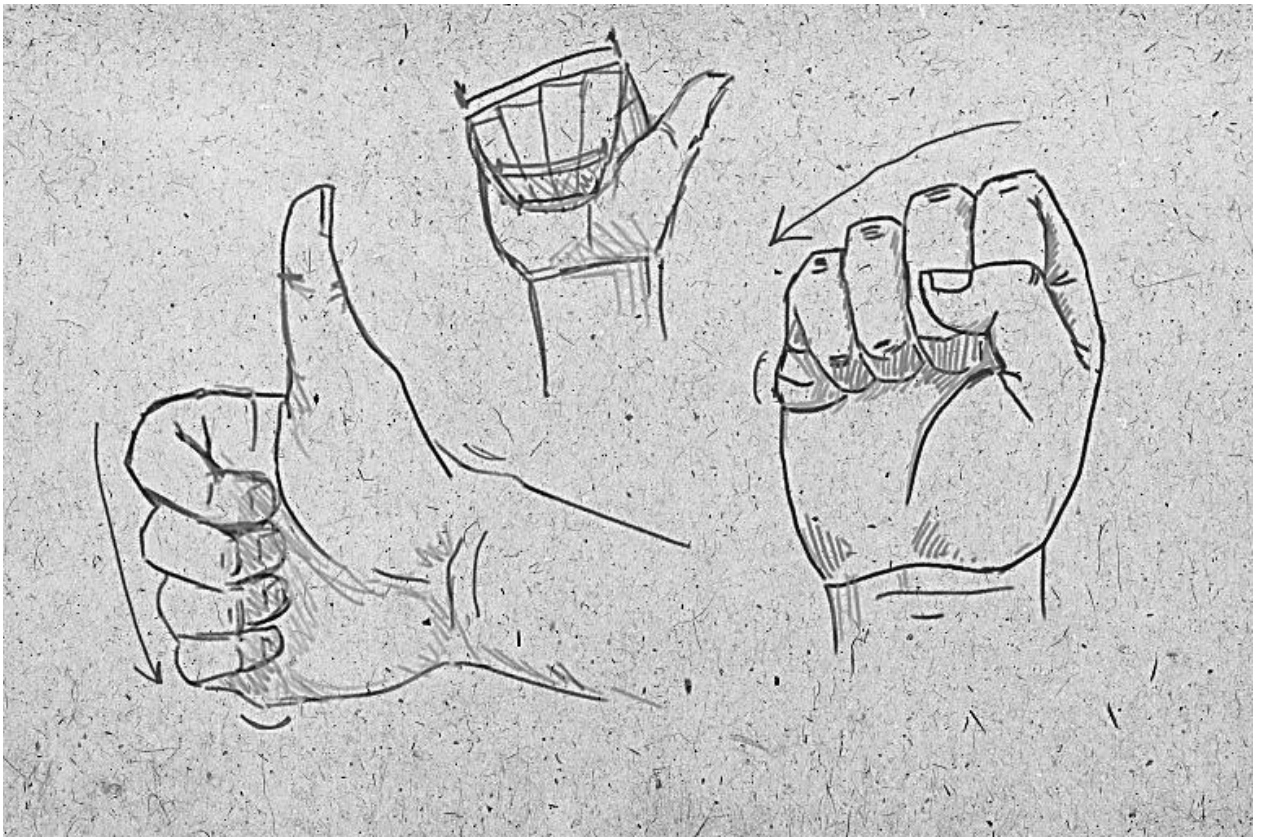


Рис. 54. Метод изображения сжатой ладони в кулак

На примере маленькой руки, нарисованной сверху рис. 54, схематически показано, как сужается **ширина пальцев в каждой последующей фаланге**, учитывайте это и не забывайте показывать в своих работах. У сжатой в кулак кисти, с внешней стороны, под мизинцем образуется складка, она подчеркнута небольшой зеленой дугой на иллюстрации выше. Обозначая ее, удастся создать более реалистичный образ руки, держащей что-либо или собранной в кулак и т. п.

Важные детали. На рис. 48 и 55 показано, как примерно выглядит скелет кисти руки. Суставы на месте их соединения немного шире и толще. Особенно это касается рук пожилых и худощавых людей. На месте изгибов палец будет немного толще, по длине фаланги — немножко тоньше.

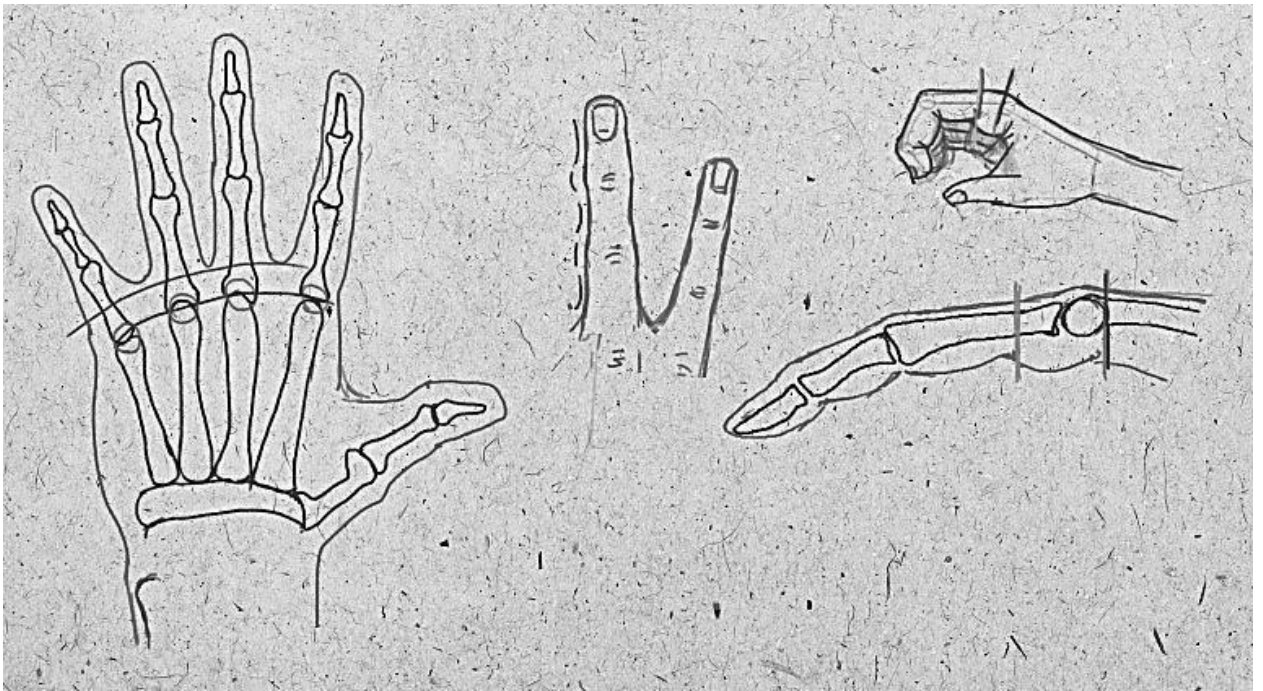


Рис. 55. Скелет кисти руки

Обратите внимание на то, как рисовать изогнутую кисть руки в профиль (рис.55). Посмотрите на соединение сустава пясти и первой фаланги пальца. На картинке выше красной линией показано, где крепится первая фаланга к суставам пясти. Это начало пальца, его можно определить по выступающему вверх суставу — костяшке. Зеленой чертой обозначено место, где есть перепонки между, их часто принимают за начало первой фаланги. Если посмотреть на руку в профиль, увидим, что внешняя сторона достаточно плоская, выступают лишь костяшки. Внутренняя, наоборот, — мягкая, под каждой фалангой есть выступающая подушечка. Под первой фалангой две «подушечки», одна под суставом — особенно большая и хорошо из всех выделяется.

Рисуем кисть руки поэтапно. Перед тем как рисовать руку определитесь с положением предплечья и запястья. Для начала давайте возьмем самый простой пример, в качестве натуры используйте свою кисть и не перерисовывайте рис. 56, а следуйте только инструкциям 1-5.

1. Легко обозначьте форму кисти. Далее, выделите форму и направление большого пальца, не прорисовывая деталей. Линиями покажите направление остальных пальцев.
2. Сначала обозначьте указательный палец, дальше покажите форму остальных.
3. Детализируем, показываем подушечки, складочки, костяшки, ногти и прочие детали.

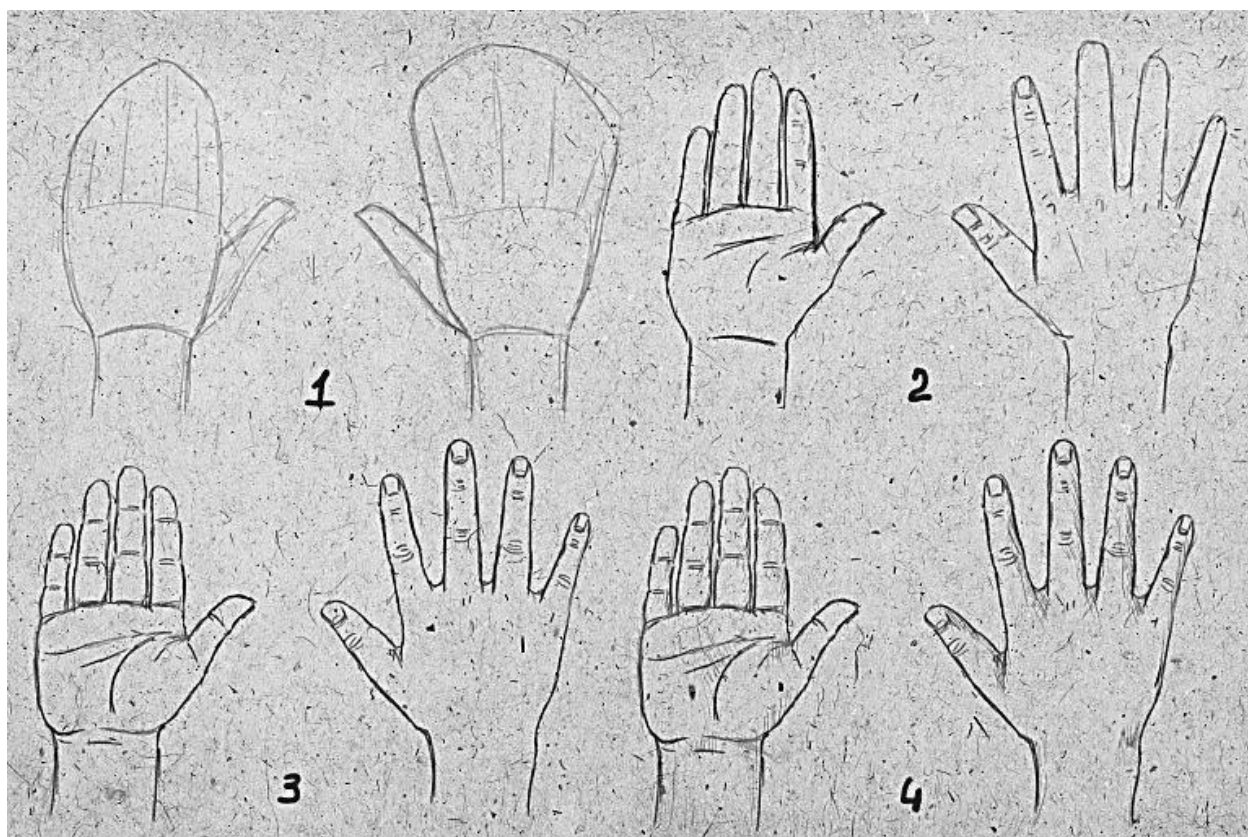


Рис.56. Этапы эскизирования ладони

4. Штрихами можно показать тени, таким образом придав рисунку объемность. Между пальцами есть соединяющие перепонки из кожи, они особенно хорошо заметны, когда пальцы кисти разведены. Эти перегородки почти всегда затенены.
5. Можно добавить немного штриховки (рис. 67,68,69) и, например, тени под рукой (рис.57).

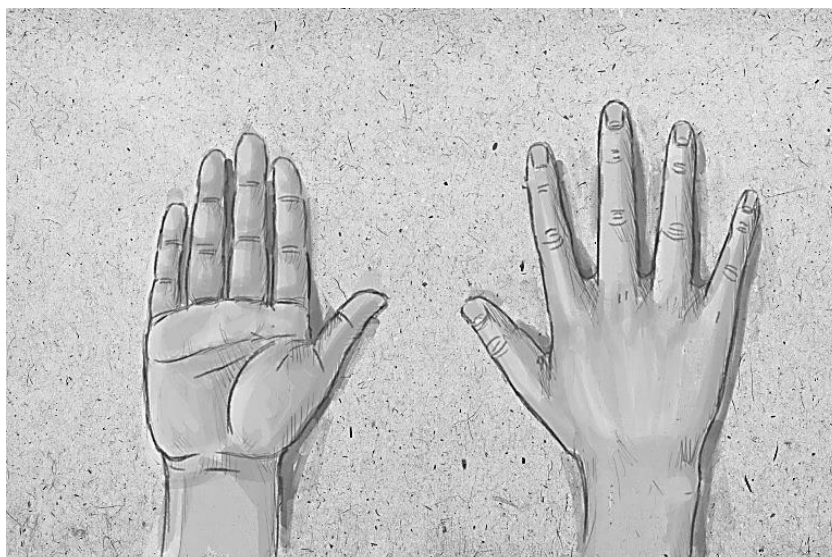


Рис. 57. Тени под рукой

Кисти рук очень пластичны и могут приобретать сотни самых разных положений и ракурсов. Есть несколько способов. Один из эффективных и чаще всего используемый способ изображения руки в нестандартном ракурсе, это обозначение линии положения каждого пальца (рис.58).

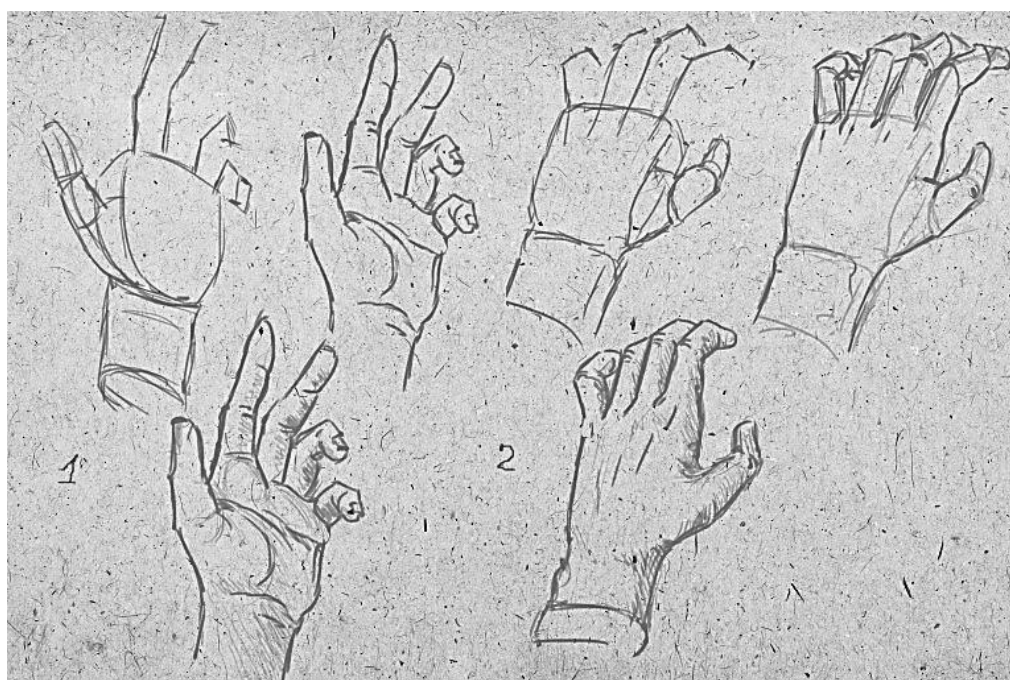


Рис.58. Обозначение линии положения каждого пальца

Иногда линия не справляется с задачей и приходится использовать вспомогательные формы, цилиндры или параллелепипеды для обозначения положения фаланг (рис.59).

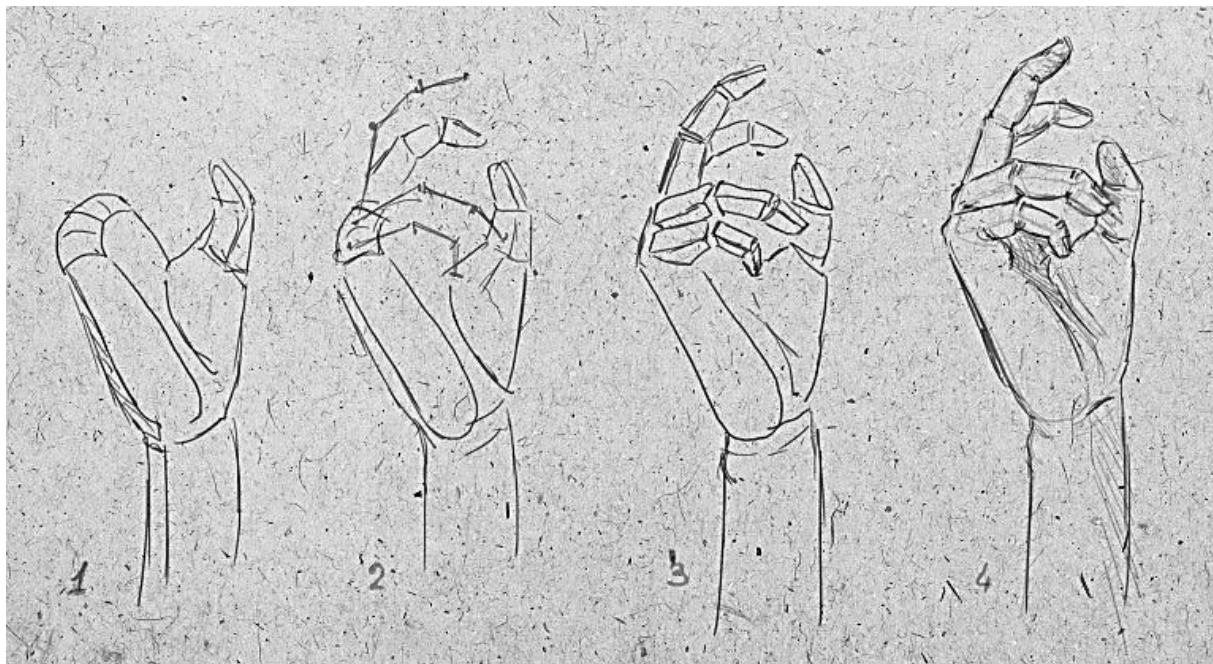


Рис.59. Вспомогательные формы для обозначения положения фаланг

Мелкая моторика — способность манипулировать мелкими предметами, передавать объекты из рук в руки, а также выполнять задачи, требующие скоординированной работы глаз и рук (рис.60).

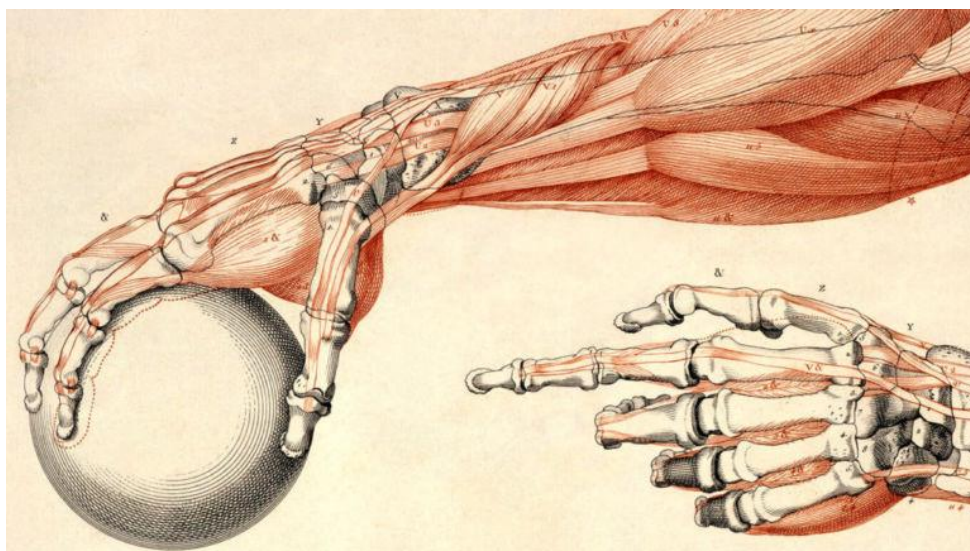


Рис.60. Мелкая моторика



Рис.61. Академический набросок кисти руки

ЭСКИЗИРОВАНИЕ ФИГУРЫ ЧЕЛОВЕКА

Общие рекомендации. Каждый рисунок начинается с грамотной компоновки, то есть размещения будущей картинки на плоскости. Это делается легкими карандашными штрихами, которые обозначают крайние точки рисуемой фигуры. В каждом рисунке необходимо выделить определенный композиционный смысловой центр. Одно из ключевых правил композиции в том, что данный композиционный центр не должен совпадать с геометрическим. *Рисунок на плоскости должен занимать приблизительно три четверти поверхности, при этом оставляя по краям свободное пространство. Дальше, чтобы человек выглядел убедительно, его фигура должна быть построена с обязательным соблюдением законов и пропорций анатомии.* И что также важно, она должна твердо стоять на ногах либо сидеть на какой-нибудь опоре так, чтобы это никак не нарушало законов равновесия. Пропорции человеческой фигуры меняются в зависимости от возраста. У взрослого человека голова занимает приблизительно седьмую часть роста (рис.62).

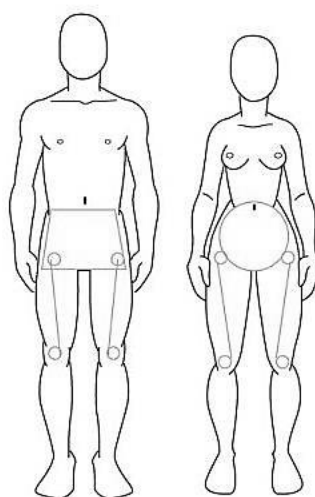


Рис.62. Пропорции взрослого человека

Строя торс фигуры человека, необходимо наметить осевые линии, тазобедренный и плечевой пояс, различные суставы (рис.63). Делая построение фигуры, нужно помнить о равновесии. Фигура должна твердо стоять на ногах. У многих художников для обеспечения такого требования есть проверенный прием — вертикальная линия от яремной впадины (небольшое углубление между ключицами под подбородком), проведенная на плоскость, должна не заходить за плоскость ступней. Надо проверять пропорции конечностей, головы и торса; пошагово строить всю фигуру.

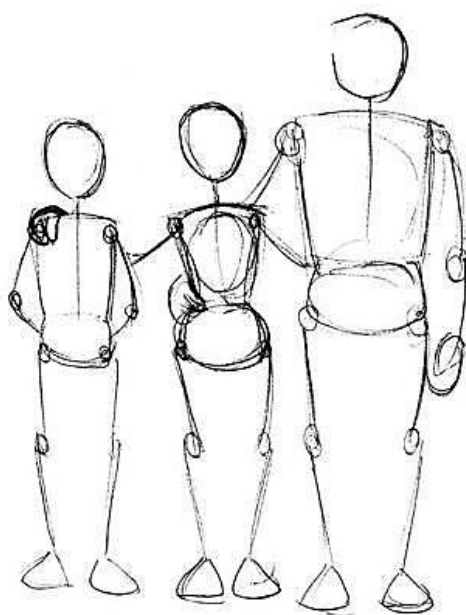


Рис.63. Построение торса фигуры человека

Обобщение фигуры на плоскости. Делая построение и прорабатывая разнообразные детали, важно вовремя остановиться, соблюсти меру. От анализа отдельных мелочей необходимо постепенно переходить уже к обобщению фигуры на плоскости (рис.64). Это, как правило, делается размашистыми широкими штрихами (рис.67,68.69). Необходимо обратить внимание на то, по каким закономерностям формируются складки на одежде. Это крайне важный элемент в рисовании фигуры. Они могут подчеркнуть движение, либо устойчивость.

Наметив общие контуры, постепенно придается объёмность всем деталям. Моделируется форма светотенью. Большое внимание при построениях необходимо уделять штриховке. Штрих — это важнейший элемент в рисунке (рис.67,68,69). От силы его нажима, направления и длины зависят проработанность и достоверность рисунка. Культура штриховки всегда вырабатывается постепенно.

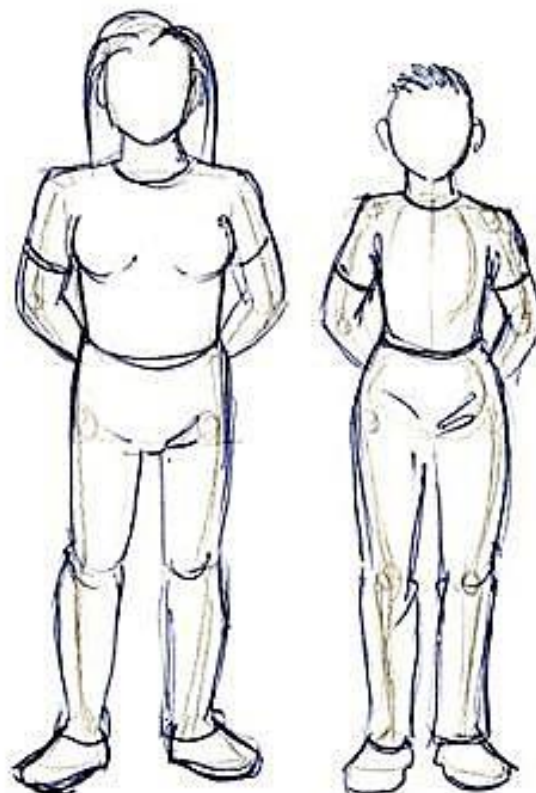


Рис. 64. Обобщение пластики фигуры

Перспектива. Построение на плоскости любой пространственной фигуры, в том числе человека, невозможно без закономерностей линейной перспективы. Все параллельные плоскости и линии имеют точку схода на горизонте. В фигуре человека параллельные плоскости отсутствуют, однако она легко в них вписывается. Перспективное построение фигуры необходимо выполнять только после того, когда будет осмысленно ее

положение относительно горизонта. Линия горизонта должна быть намечена первой (рис.65,66).

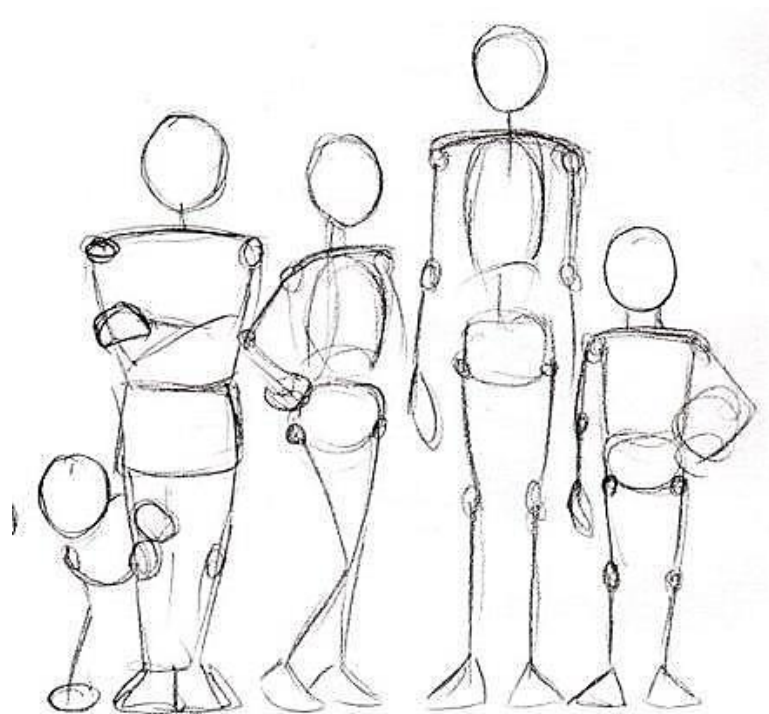


Рис.65. Перспективный разворот фигуры при построении

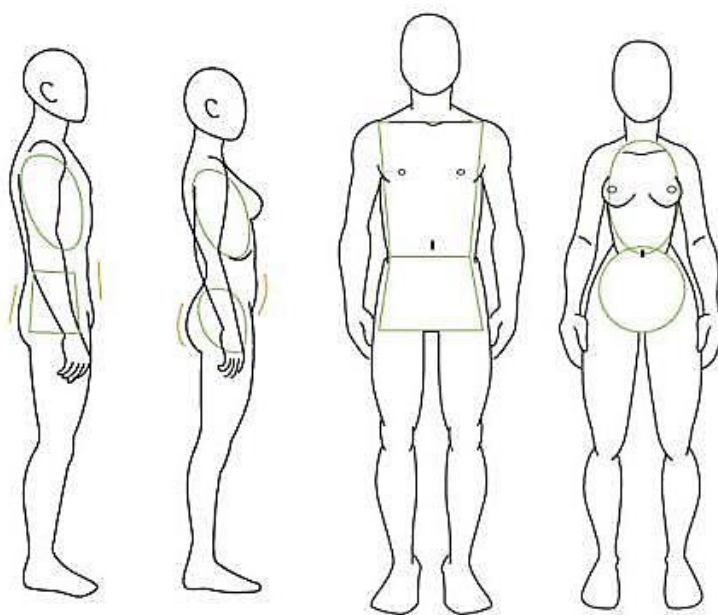
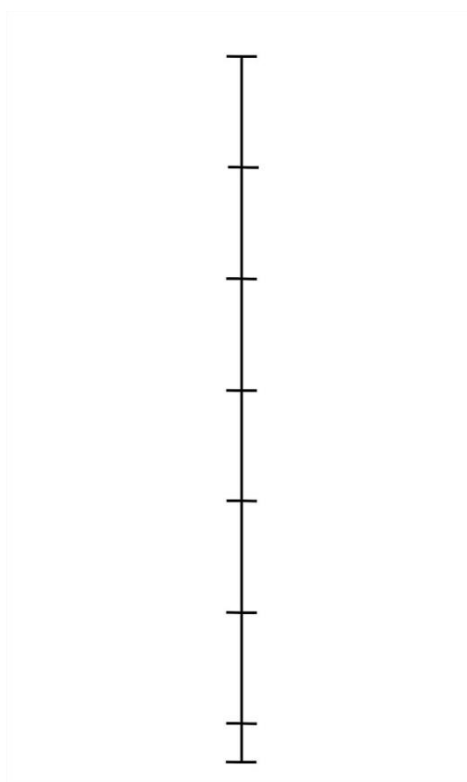


Рис.66. Перспективный разворот фигуры: вид сбоку и прямо

Пошаговый пример эскизирования фигуры человека в полный рост

1 – 8 -й ЭТАПЫ

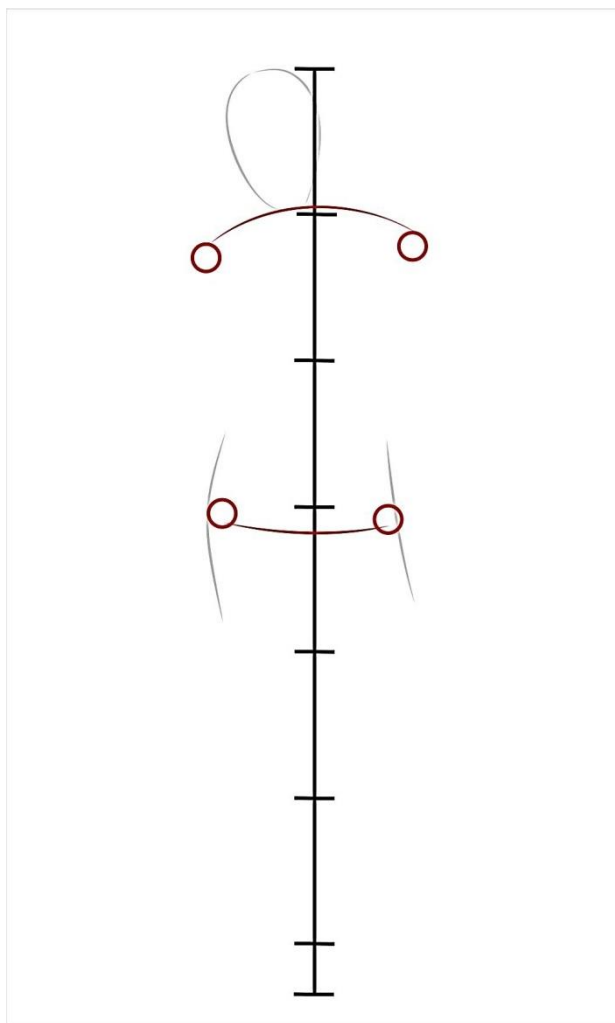
1-й ЭТАП. Для начала проведем вертикальную линию на листе бумаги, оставив немного места вверху и внизу. Если голова и ноги мужчины будут упираться в края листа, это будет не красиво. По правилам композиции необходимо оставлять пространство вокруг фигуры. Теперь разделим вертикальную линию на 6 равных отрезков и сделаем внизу еще один небольшой отрезок для обуви (стопа). Делим прямую линию на такое количество отрезков, какое укладывается в высоте среднестатистического человека - примерно 6-7 голов . Это деление даёт возможность нарисовать пропорционального человека.



1-й ЭТАП

2-й ЭТАП. Далее отмечаем линии плеч и таза. Таким образом, наметилось примерное расположение плечевых и тазобедренных суставов. Обратите внимание, на каком конкретно отрезке они изображены. Если допустите

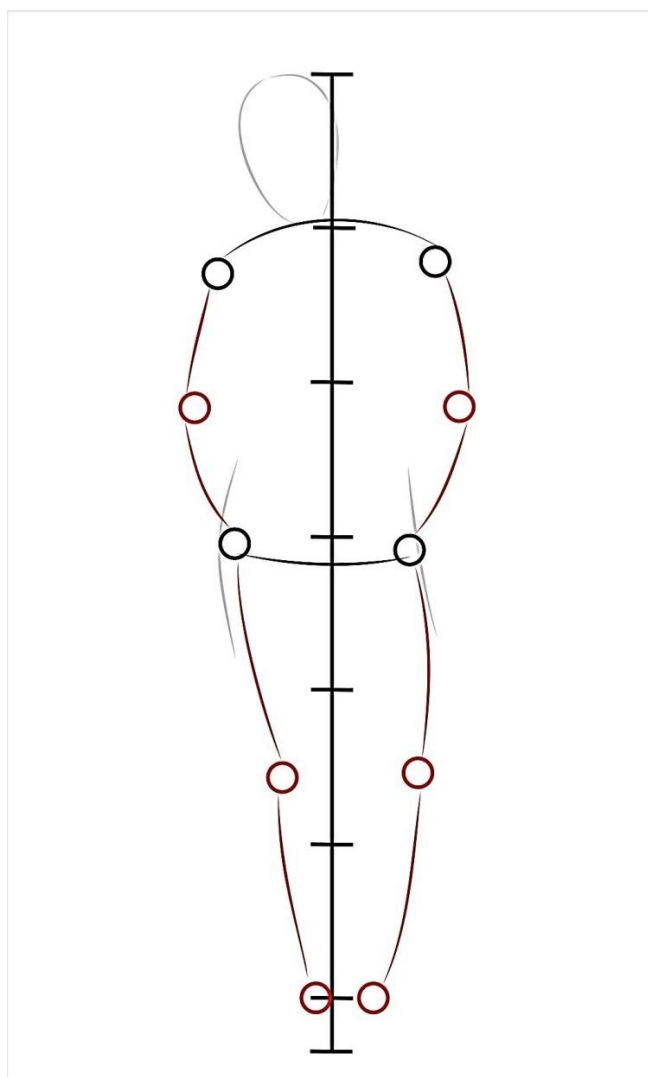
здесь ошибку, человек получится непропорциональным. Суставы справа расположены чуть дальше от центральной линии, чем левые. Дело в том, что поза нашего человека достаточно расслабленная. Он не стоит по струнке. Поэтому фигура не будет идеально симметричной. Обратим внимание на то, что у нас почти не осталось места для шеи: мужчина, которого рисуем, чуть наклонил голову вперед, тем самым закрыв шею.



2-й ЭТАП

3-й ЭТАП. Отмечаем места, где находятся колени и локти. Не забываем обращать внимание на то, в каком месте находятся эти окружности относительно небольших отрезков и относительно средней линии. Изображаем окружностями и голеностопные суставы. Как можно

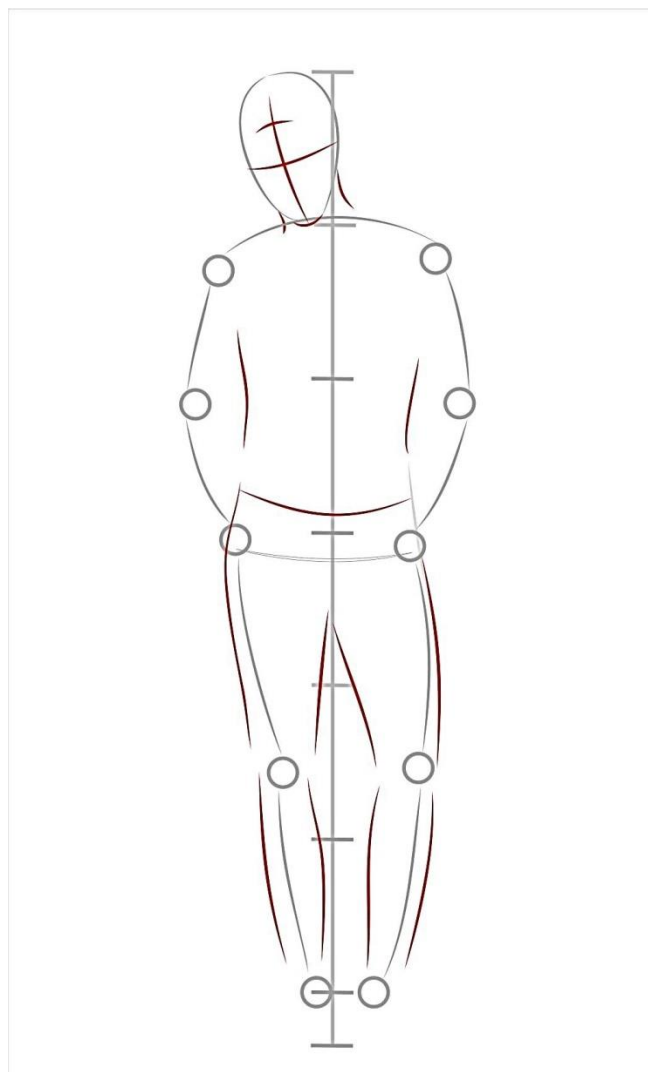
догадаться по названию, это суставы, которые соединяют стопу и голень. Соединяем окружности линиями. Мужчина будет держать руки в карманах джинсов. Поэтому от локтей проводим линии к тазу.



3-й ЭТАП

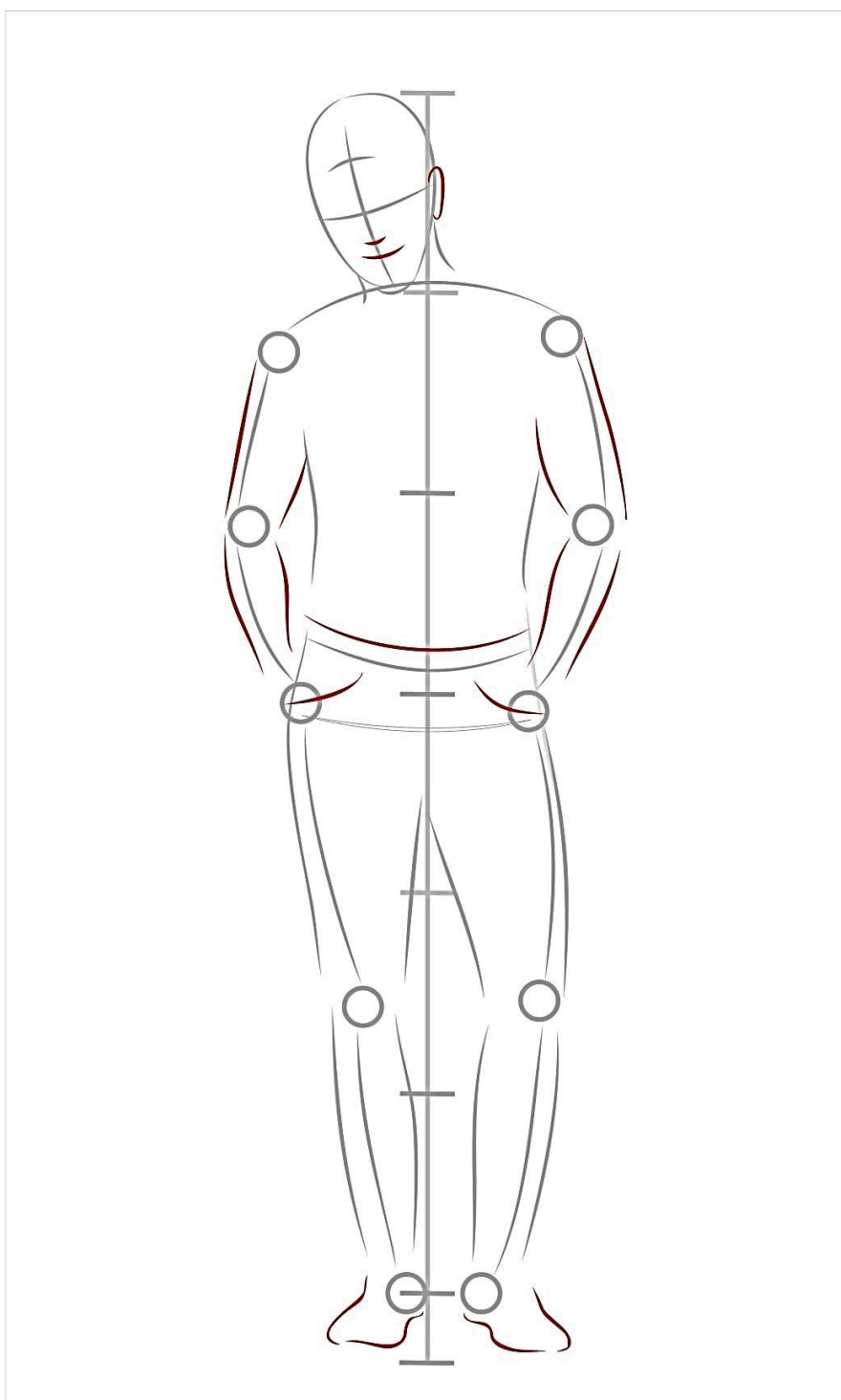
4-й ЭТАП. Далее используем временные линии построения. Ластиком делаем их менее заметными, чтобы они не так сильно бросались в глаза. В конце рисования нужно будет стереть их совсем, но пока эти линии необходимы для того, чтобы лучше ориентироваться в рисунке. Отметим контуры тела – торс, ноги, верхнюю линию брюк. На этом этапе желательно наметить линию глаз, подбородок, а также границу роста волос – место, где заканчивается лоб и начинается прическа. Намечаем шею. При рисовании ориентируйтесь на среднюю линию тела и линии

построения. Уточняем, на каком расстоянии от средней линии находится правая и левая сторона шеи.



4-й ЭТАП

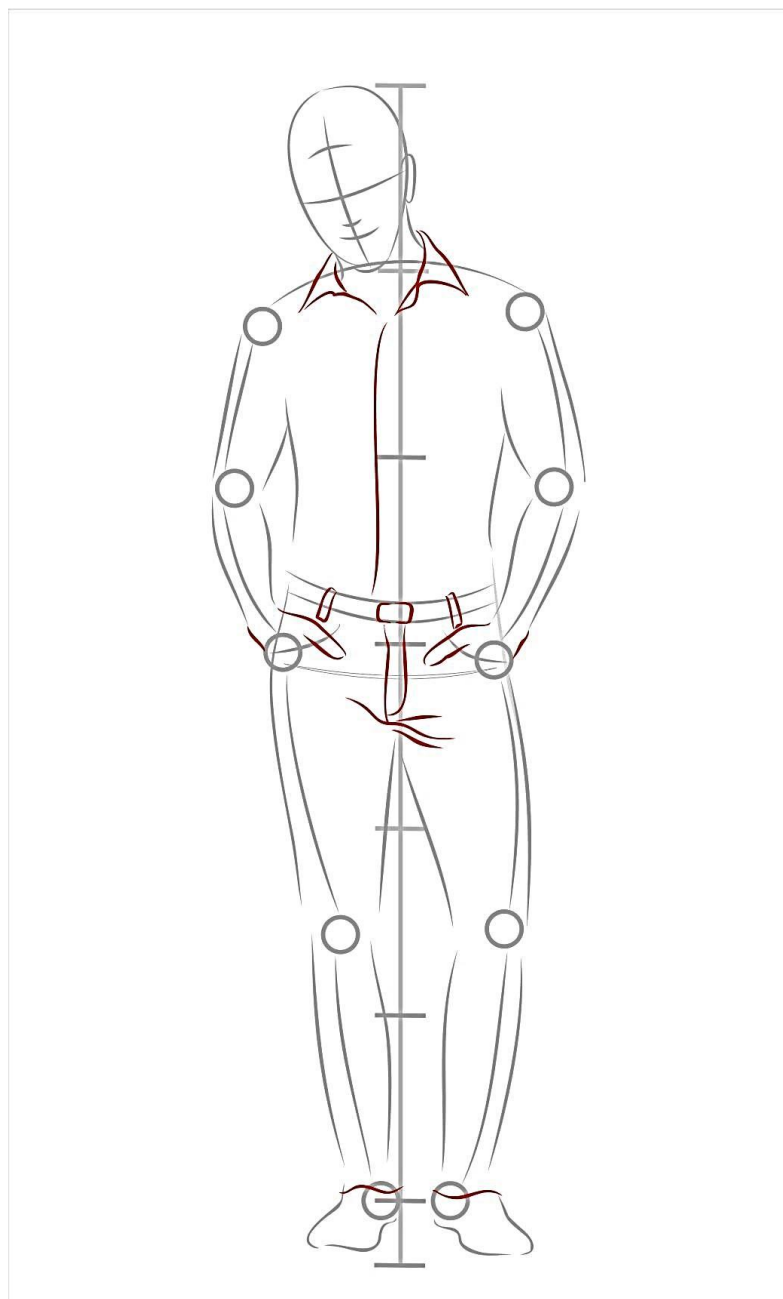
5-й ЭТАП. Теперь добавляются очертания рук, ботинки. На лице отмечаем линии носа и губ. Рисуем ухо, ориентируясь на линию глаз и среднюю линию тела. На этом этапе начинают появляться некоторые элементы одежды.



5-й ЭТАП

6-й ЭТАП. Чтобы изобразить человека в одежде, надо помнить, что ткань всегда образует складочки. Наш мужчина одет в современную одежду. Начинаем рисовать складки на джинсах. Изображаем детали ремня и воротничок рубашки. Руки спрятаны в карманах. Однако большие пальцы

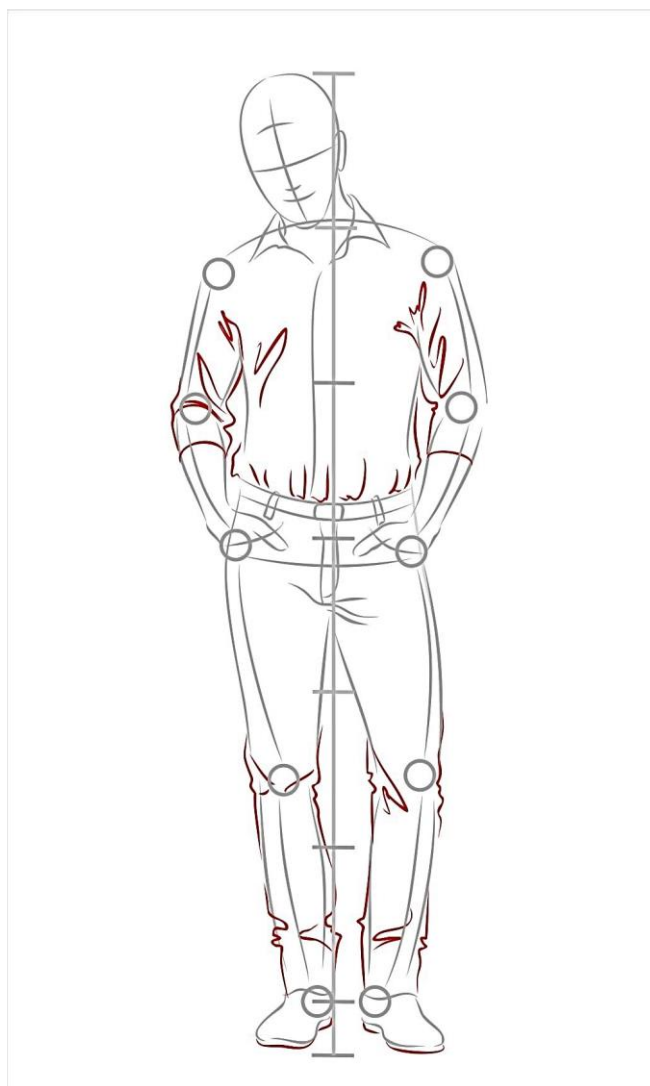
выглядывают наружу. Необходимо их нарисовать. Также отмечаем изогнутыми линиями место, где заканчиваются джинсы – длину брюк.



6 - й ЭТАП

7-й ЭТАП. На этом этапе рисунок становится всё более подробным за счет прорисовки деталей – складок на рубашке и джинсах. На рубашке складки образуются в районе локтей, на рукавах, а также над ремнем и

немножко на груди. На джинсах складки хорошо заметны у коленей, а также внизу штанин. Обратите внимание, что ткань мнётся не как попало. Узор складок имеет определенный ритм. Постарайтесь нарисовать его правдоподобно. Нарисуйте подошву у ботинок. Все эти маленькие детали сделают ваш рисунок более интересным. Для того, чтобы рисунок получился красивым, необходимо обращать внимание на элементы одежды и обуви.



7-й ЭТАП

8 - й ЭТАП. Теперь можно полностью стереть линии построения человека и продолжить детализацию. Любые джинсы имеют характерную обтачку

– края таких брюк подшиты по-особому: обратите внимание на двойную линию по линии карманов и по низу. На рубашке появились пуговицы.



8 – й ЭТАП

ШТРИХОВКА В АКАДЕМИЧЕСКОМ РИСУНКЕ

Для создания объёма и освещения в рисунке художники пользуются штриховкой. С помощью неё производится тональная проработка листа. Рассмотрим восемь видов штриховки, которые чаще всего используются в классическом рисунке (рис.67).

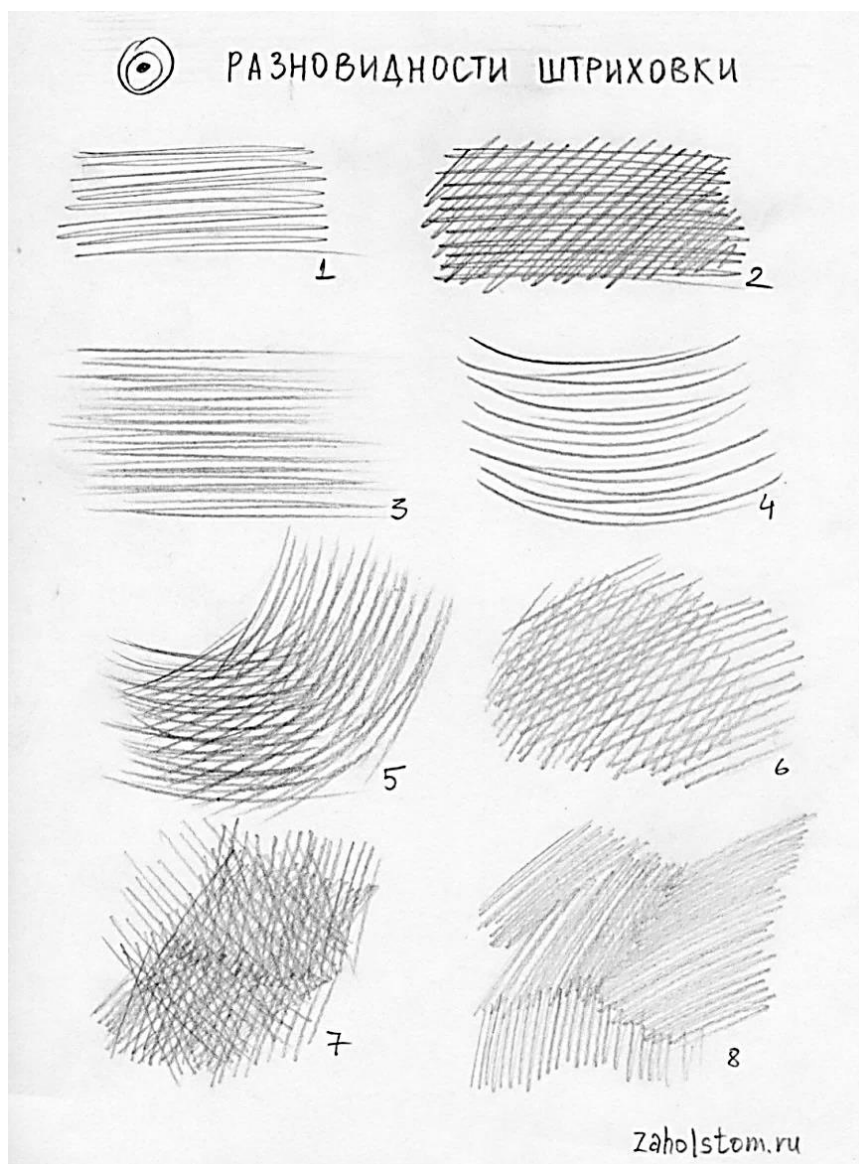


Рис. 67. Разновидности штриховки

1. Обычная однослойная штриховка «зигзагом». Карандаш движется вправо-влево не отрываясь от листа. Образуется штрих похожий на зигзаг.

2. Наложение двух слоёв штриха «зигзаг». Угол пересечения не должен составлять 90° . При таком пересечении образуется некрасивая «решётка». Пересечение штрихов должно образовывать «ромбики».

3. Штриховка, при которой карандаш касается бумаги только тогда, когда рисуется линия. Карандаш плавно опускают к листу, проводят линию и затем плавно отрывают от бумаги. Эта разновидность штриховки позволяет соединять штрихи очень мягко и незаметно. Плоскость листа заполняется штрихом ровно, без стыков и «швов».

4. Штрих по окружности. Движения карандашом такие же, как в штриховке под номером 3, только по окружности.

5. Штриховка, похожая на вариант под номером 4, но количество слоёв тут может быть произвольным. Длина штрихов короткая, что позволяет деликатно «лепить» сложные формы, например в портрете.

6. Пересечение двух слоёв штриха под острым углом. Штрих не «зигзагом». Проводя линию, карандаш всякий раз отрывают от бумаги.

7. Штриховка, при которой линии штриха пересекаются под разным углом. Как угол, так и количество слоёв произвольное. Такой штрих хорошо подходит для тональной проработки плоскостей сложной формы, мятых драпировок.

8. Комбинированная штриховка под разным углом. Слои один, хотя при дальнейшей работе можно вводить и дополнительные слои. Такая штриховка хорошо подходит при проработке сложных, геометрически неправильных форм, например, каменистой фактуры (рис.68).

При работе над тональным рисунком нужно помнить, что штрих чаще всего должен повторять форму предмета. Он как бы «облегает» форму. Насыщенность тона (уровень «черноты») можно набирать двумя способами: силой нажатия на карандаш и количеством слоёв штриховки. При этом штрих не должен быть «глухим», т. е. сквозь линии штриха бумага всё же должна немного просвечивать. Иначе может возникнуть некоторая «замусоленность» штриха, что производит плохое впечатление.

Соединение линий штриха в единое целое

В рисунке часто приветствуется короткий штрих, который можно «укладывать» по форме изображаемого предмета. Но как проработать, например, плоскость стены короткими штрихами? В таком случае штрихи соединяются в блок. На рис. 68 приведён пример того, как это можно сделать.

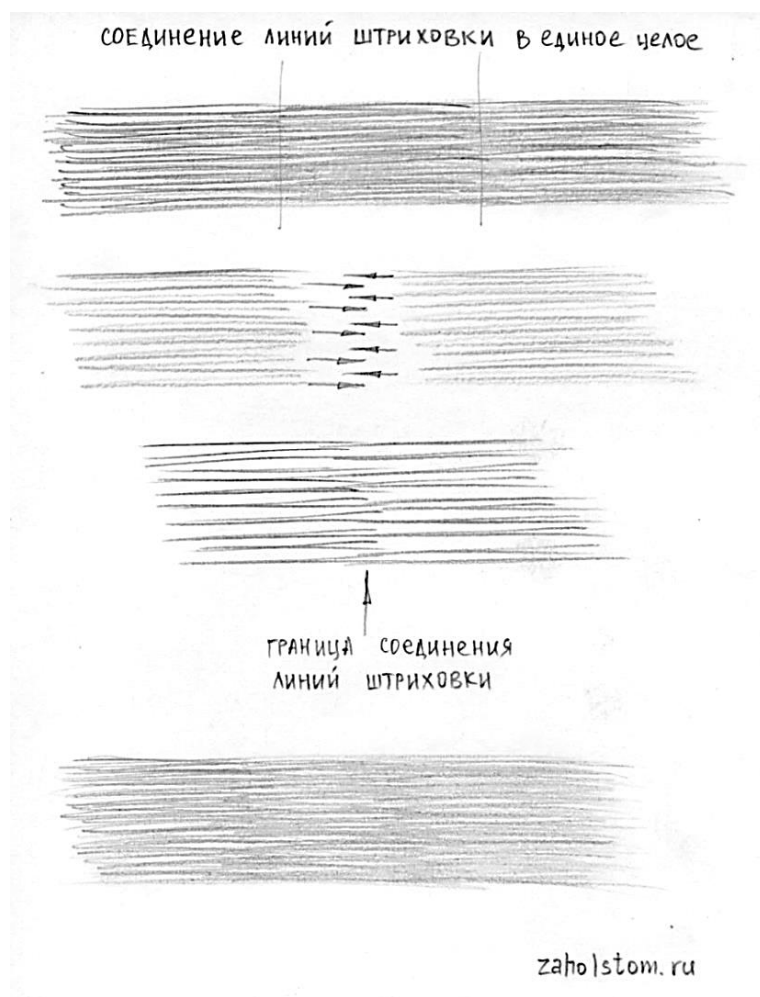


Рис. 68. Соединение линий штриха в единое целое

Сочетание широких и острых линий штриховки.

Ещё одним важным моментом в рисунке является сочетание работы с плоскостью и остриём карандаша. Штрих может быть «пушистым», т. е. широким и размытым. А может стать четким и острым. В штриховке

используется каждый из этих подходов — как по отдельности, так и в сочетании друг с другом. На рис. 69 показаны сочетания острого и широкого штриха.

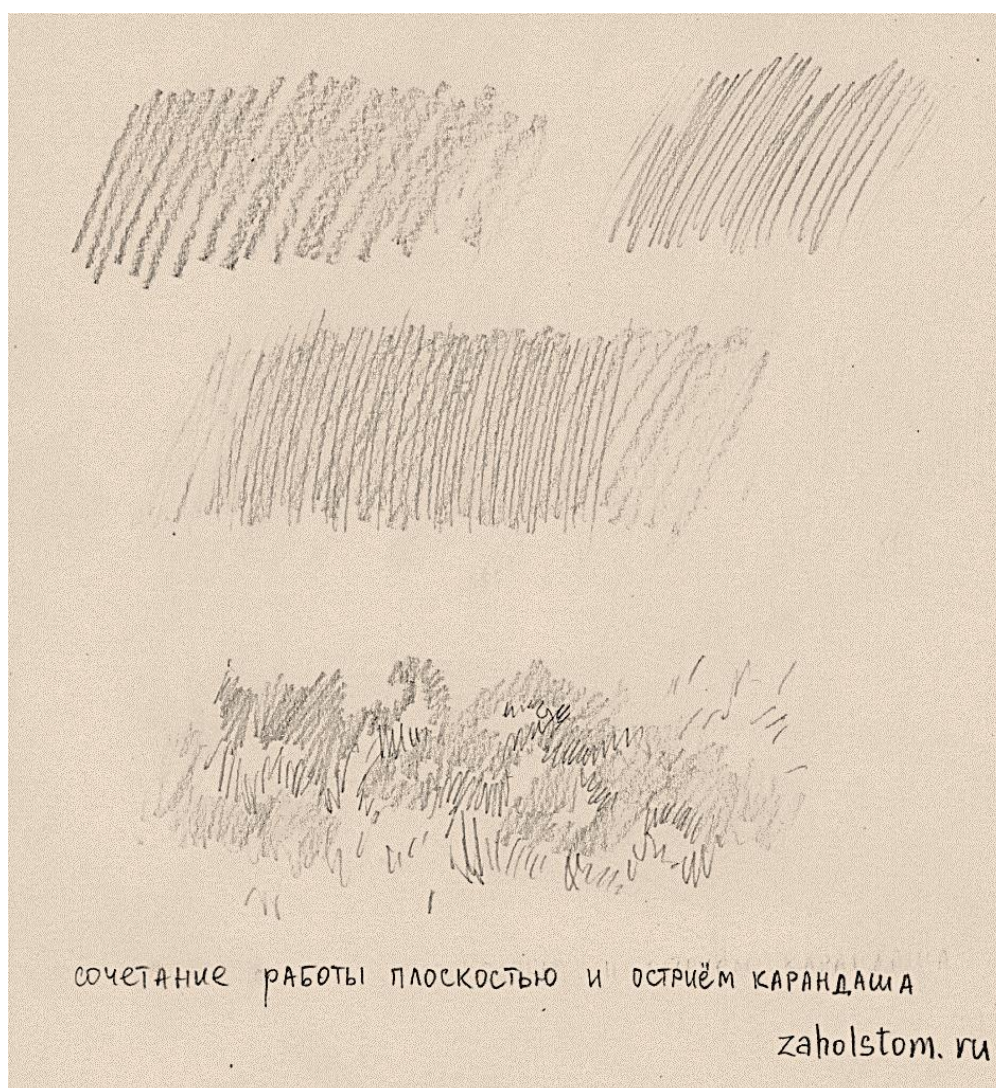


Рис. 69. Сочетание широких и острых линий штриховки

Первый способ. Широким штрихом можно сделать основу рисунка — первый слой. А поверх, во втором слое, использовать острый штрих и детальную проработку.

Второй способ. Соседство широкого и острого штрихов создает интересную фактуру. Если штрих делать коротким и разнонаправленным, то им можно прорабатывать массу листвы в кроне дерева.

Третий способ. Мягкие материалы тканей, мех, листва... — прорабатываются широким, мягким штрихом. Он хорошо передает материальность такой поверхности. Острым штрихом прорабатываются предметы из металла, стекла, гипса и т. д., т. е. там, где нужна чёткость и жесткость.

Существуют разные техники ведения тонального рисунка, большое количество разновидностей штриховки, разные подходы в работе. Но описанные ключевые моменты (рис. 69) являются основой, на которой базируется работа над академическим рисунком.

РИСУНОК ГОЛОВЫ ЧЕЛОВЕКА ПОЭТАПНО

Для того чтобы нарисовать голову под каким-либо углом, необходимо понять ее базовую структуру и сделать конструктивное построение головы человека поэтапно. Для начала рисуем самую простую основу головы (рис.70).



Рис.70. Объёмная компоновка головы на плоскости

Поэтапная прорисовка

1. Скомпонуйте голову человека, а также шею (можно и плечи) на плоскости листа. Для начала используем только глазомер.

2. Находим основной объем головы, шеи и плечевого пояса. Представьте, что перед вами не человек, а точнее не его голова, а в первую очередь, форма, объем. Постарайтесь понаблюдать за этим объемом. Необходимо перенести этот объем на плоскость листа. Начинать надо с изображения основных объемов и плоскостей. Никаких деталей сейчас нет. Не забывайте о трехмерном изображении формы. Попробуйте почувствовать конструкцию формы лицевой части. Обратите внимание на выступающие части скелета черепа. На данном этапе необходимо понять конструкцию этого объема. Внимательно изучить форму (рис.70).

Для примера объёмы головы и черепа показаны на рис.71 .



Рис.71. Эскизный набросок начала работы над портретом

Находим основные точки (о которых речь пойдет позже). Во-вторых, находим основные плоскости, образующиеся изломами формы. Точки, плоскости и изломы, замеченные нами, на самом деле не случайны. Это и есть структура головы человека, её конструктивные моменты. Это то, что образует характерный объем головы и индивидуальные особенности человека. Объёмные зарисовки черепа и модели головы для примера представлены на рис. 71 - 73.

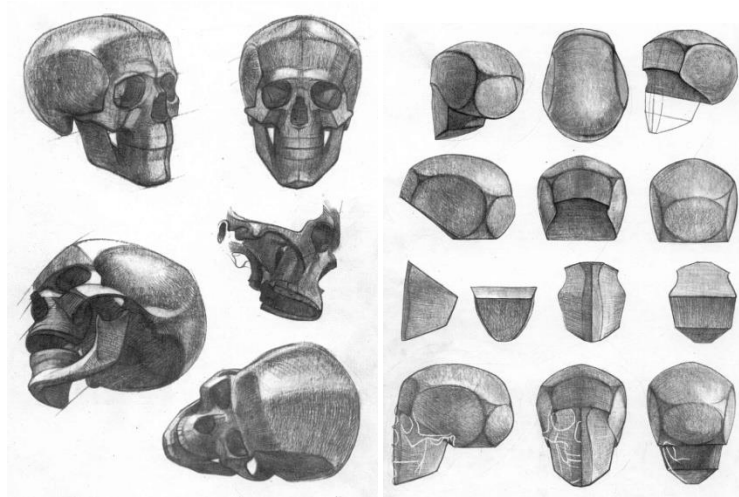


Рис.72. Объёмные зарисовки черепа и модели головы

Глядя на натуру первое, что находим по самой высокой точке на черепе и выпирающей точке на подбородке - высоту головы, далее выделяем шары глаз в глазницах, пирамиду носа, скуловые точки, выпирающий объем подбородка и плоскость лба. Голова это такой же объем, который имеет грани и плоскости, основные точки, высоту, ширину, глубину и светотень. Конструктивные точки позволяют определить пропорциональные соотношения всех плоскостей объема головы человека. Они образуют форму головы (рис.73).

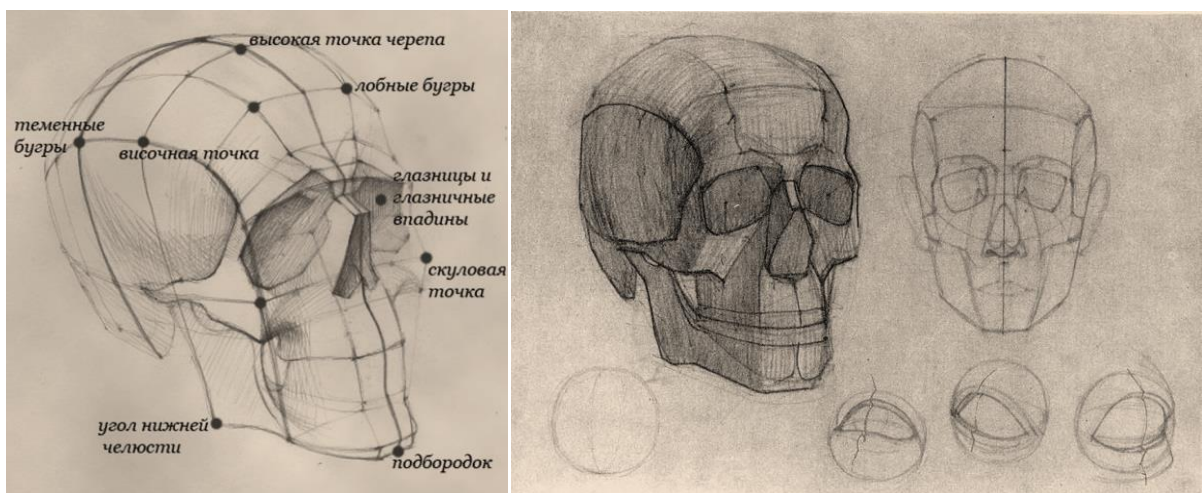


Рис.73. Конструктивные точки при построении рисунка головы

На рис. 73 показаны конструктивные точки, при построении рисунка:

- ✓ глазницы и глазничные впадины;
- ✓ скуловые точки;
- ✓ лобные бугры;
- ✓ точка подбородка;
- ✓ угол (точка) нижней челюсти;
- ✓ самая высокая точка на черепе;
- ✓ височные точки;
- ✓ теменные бугры на затылочной части.

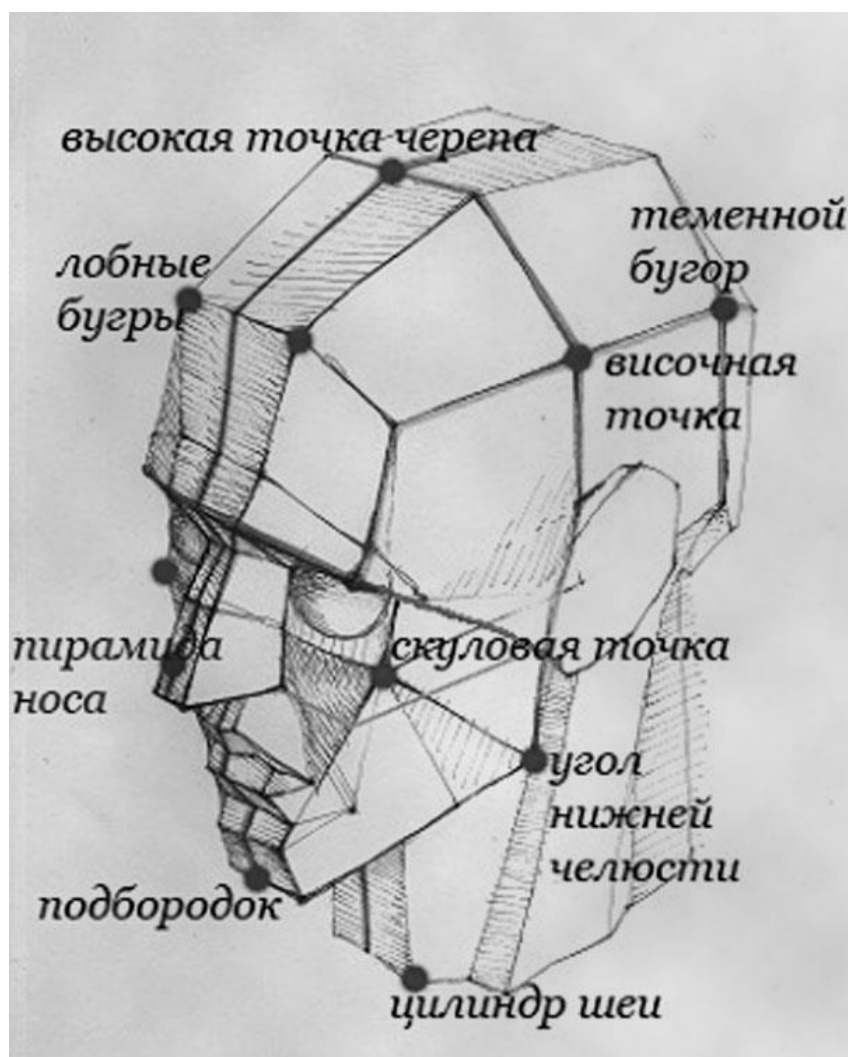


Рис. 74. Оси – линии построения при рисунке головы

На рис. 74 показаны оси, разделяющие голову на определенные части: **линия**, разделяющая голову вертикально на две симметричные части, проходит через подбородок, пирамиду носа, лобные бугры, высокую точку черепа – красный цвет; **линия**, разделяющая голову на верхнюю черепную часть и нижнюю лицевую, проходит по надбровным дугам – синий цвет; **линия**, разделяющая голову на затылочную и лицевую части, проходит через самую высокую точку черепа и ушные отверстия – зеленый цвет; **линия**, определяющая в дальнейшем трехчетвертной поворот головы, проходит скуловую и височную точки, а также теменной бугор- желтый цвет; **линия**, определяющая нижнюю часть пирамиды носа, проходит через нижнюю линию носа и нижние точки ушей – бирюзовый цвет.

Заготовки для дальнейшей прорисовки головы

Заготовки или шаблоны могут быть прямоугольными или овальными. Прямоугольные заготовки в данном случае дают самое простое и понятное представление о пропорциях человеческой головы. На рис. 75 показаны сразу три положения: в три четверти, в профиль и анфас. Основные конструктивные точки и линии позволяют выявить некоторые закономерности в конституции головы человека: часто **высота уха** равна расстоянию между линией надбровной дуги и нижней частью носа; **рот** расположен на одной линии с точкой, определяющей угол нижней челюсти; **голова** условно делится на три части одинаковой высоты: от точки на подбородке до нижней части носа; от нижней части носа до надбровных дуг; от надбровных дуг до точки, которая располагается на два пальца выше лобных бугров (рис.75).

Правила перспективы при рисовании головы также должны соблюдаться. Например, при развороте в три четверти та часть головы, что располагается ближе к нам, будет иметь истинные размеры, а та, что дальше будет искажаться в размерах в меньшую сторону (рис.75).

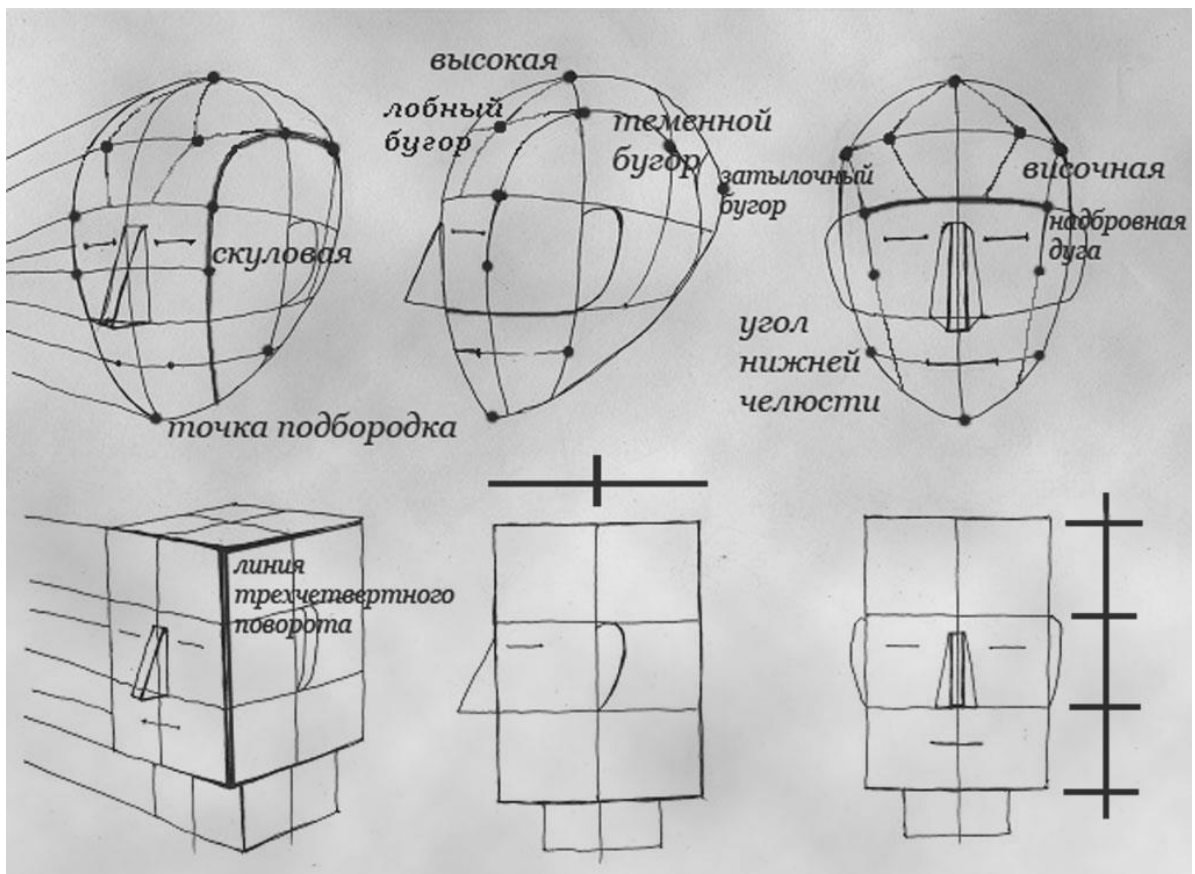


Рис. 75. Различные виды заготовок для рисунка головы

Порядок работы начального этапа построения и прорисовки

голова человека

В зависимости от формы лица (рис.76) выбираем тип матрицы (матрица – заготовка для рисунка головы).

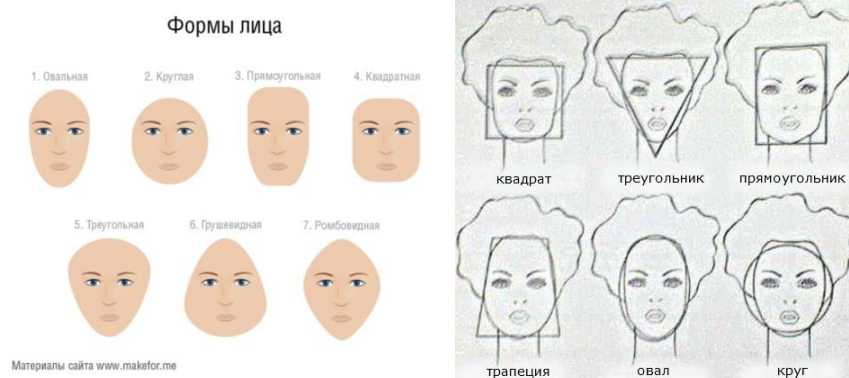


Рис. 76. Типы и формы лица

В качестве примера матрицы – заготовки для рисунка головы выбрана овальная форма лица (рис.77).

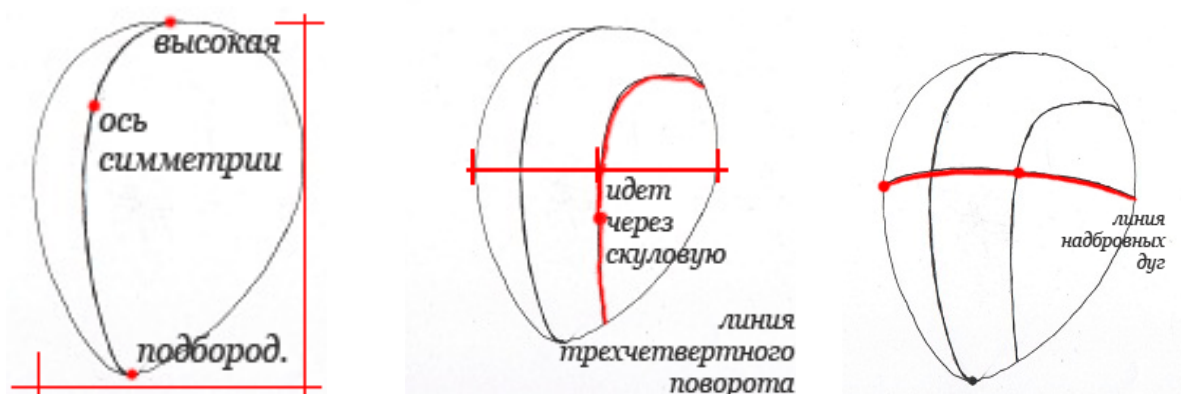


Рис. 77. Начало эскизирования матрицы

1. Прорисовываем основные объемы. Соблюдая закономерности композиции компоновки листа. **Определим основные пропорции,** форму и характер головы. Возможно, голова будет круглая или грушевидная (рис.76).

2. Проведем вертикальную ось. Для этого необходимо определиться с поворотом головы и, соответственно, с положением носа, так как линия пройдет вдоль него. Ось разделит нашу заготовку на правую и левую части. В результате получим самую высокую точку черепа и точку подбородка.

3. Окончательно определимся с поворотом головы. В этом поможет **линия трехчетвертного поворота.** Предварительно наметим скуловую точку, её точное местоположение откорректируем позже. Проводим через неё линию.

4. Линия надбровной дуги. Визуально определите, сколько места необходимо для черепной части, а сколько для лицевой части. Проводим линию, не забывая о перспективе.

5. Линия нижней части пирамиды носа.

6. Линия надбровной дуги и линия нижней части носа делят голову на три равные части (в идеальном случае). Воспользуемся этой закономерностью, учитывая индивидуальные особенности натуры (рис.78,79).

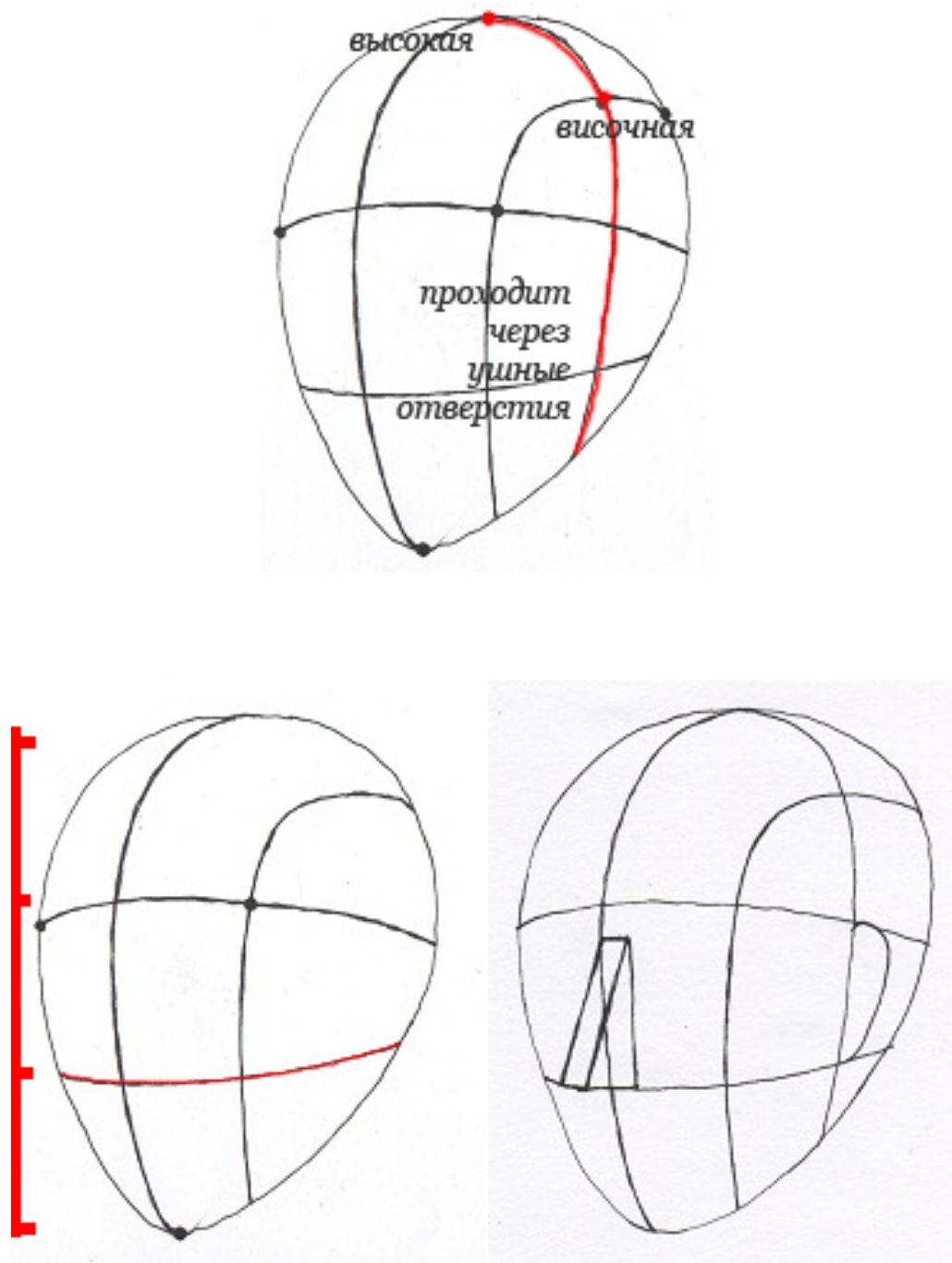


Рис.78. Линия надбровной дуги и линия нижней части носа делят голову на три равные части

7. Линия, разделяющая голову на затылочную и лицевую части.

Рисуем ее по форме головы, проводя через самую высокую точку черепа и ушные отверстия.

8. Височная точка – выпуклое место на черепе человека. Она автоматически определится в месте пересечения линии, разделяющей голову на затылочную и лицевую части, и линии трехчетвертного поворота.

9. Намечаем нос. Место для него уже задано. **Переносица** будет располагаться на уровне верхнего века (о расположении глаз – ниже).

10. Намечаем ухо. Высота уха равна расстоянию между линиями надбровной дуги и нижней части носа (рис.80).

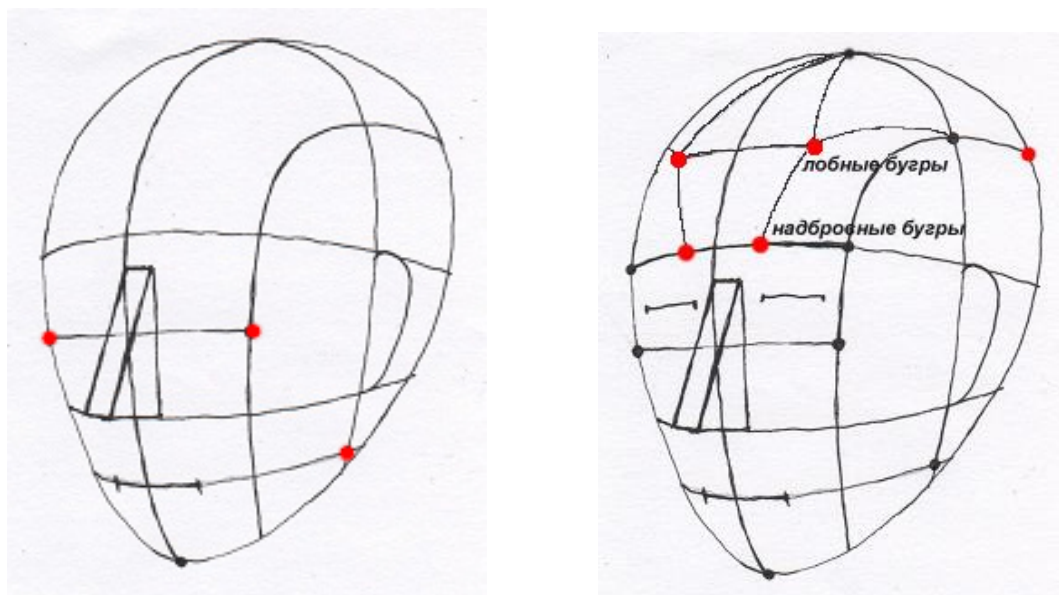


Рис.79. Продолжение построения головы

11. Корректируем скуловые точки. Они расположены на уровне середины носа на линии трехчетвертного поворота.

12. Линия рта располагается на расстоянии двух третей от кончика подбородка до основания носа. Длина рта (в идеальном случае) равна расстоянию между точкой подбородка и линией рта.

13. Точка нижней челюсти лежит на пересечении линии рта и линии, разделяющей голову на затылочную и лицевую части.

14. Определим место для глаз. Линия глаз расположена примерно посередине между самой высшей точкой черепа и точкой подбородка. Размеры глазных щелей равны расстоянию между внутренними уголками глаз, т.е. между глазами можно было бы поместить еще один точно такой же глаз. Не забывайте о перспективе!

15. Лобные бугры – два выпуклых выступа в верхней части лобной кости. Определяются визуально. От лобных бугров до самой высокой точки на черепе можно провести по форме головы линии для ощущения объема головы (рис. 80).

16. Если это предполагает ракурс головы, определяем **теменной бугор**.

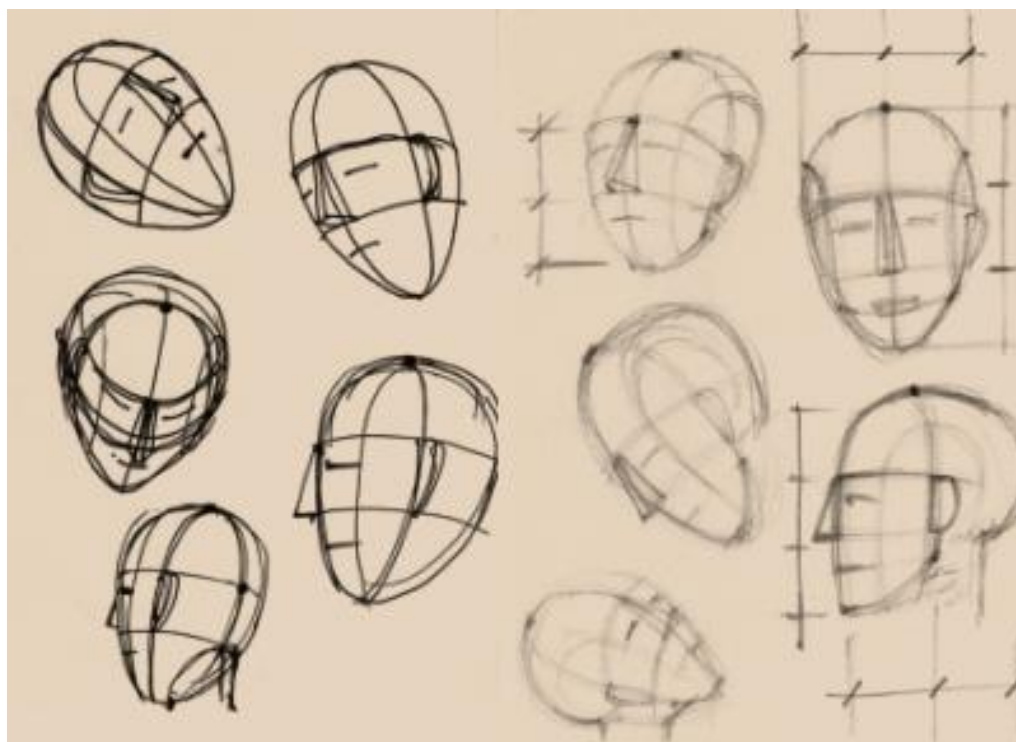


Рис. 80. Просмотр конструктивных особенностей

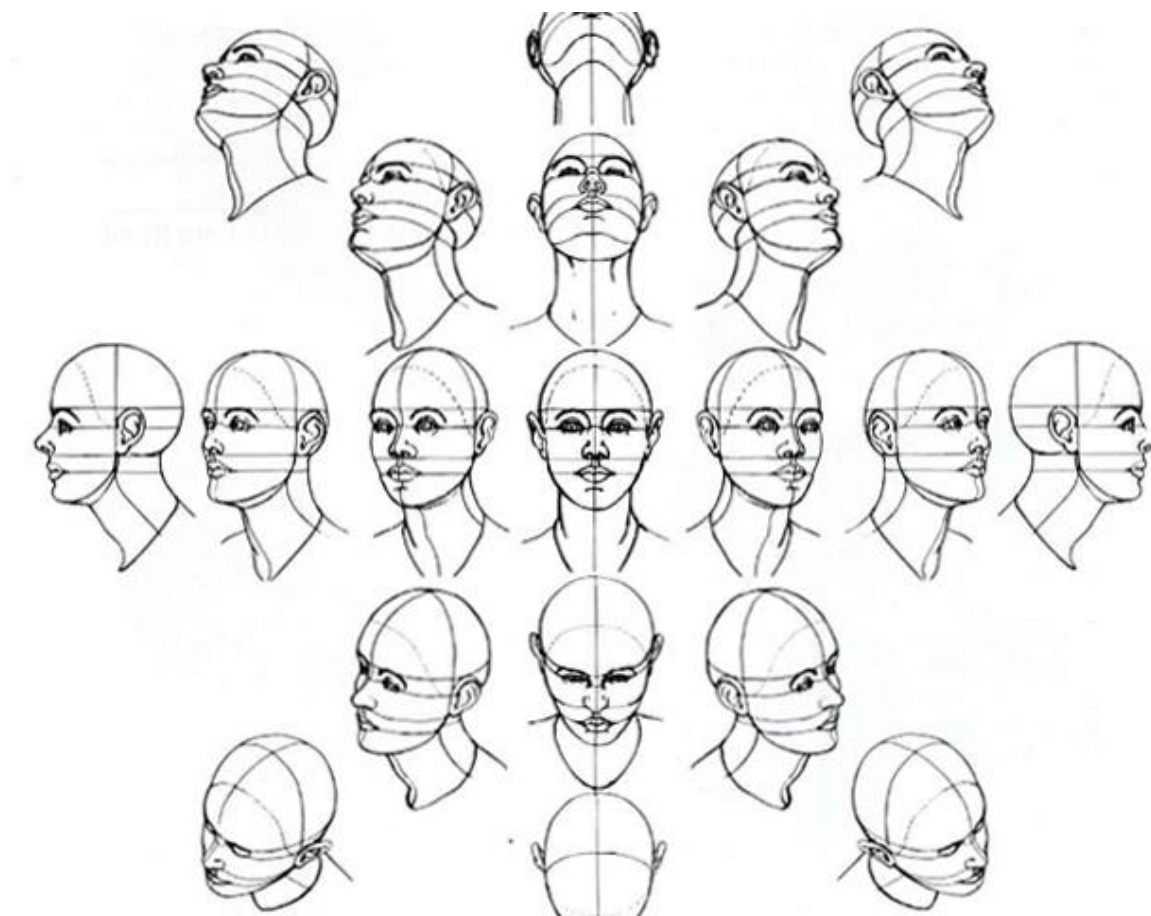
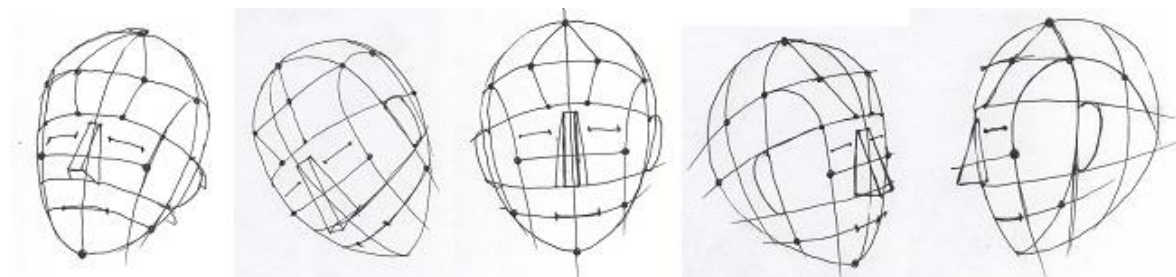


Рис.81. Вращение матрицы и наклоны головы

На листе надо попробовать «повращать» заготовки-матрицы, основываясь на изученных конструктивных особенностях это поможет определить при рисовании наклон головы человека (рис. 80,81).

После этого можно приступать к основной прорисовке объема головы (рис.82).

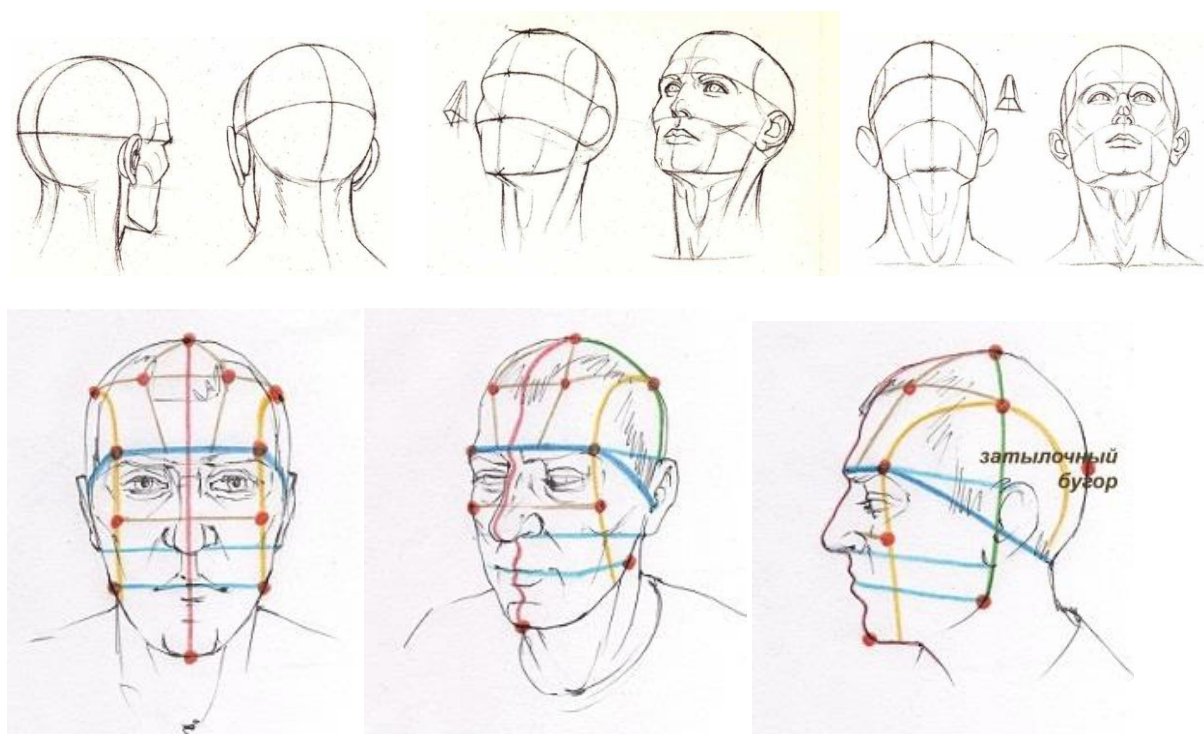


Рис. 82. Продолжение моделировки головы

ПРОПОРЦИИ ГОЛОВЫ ЧЕЛОВЕКА

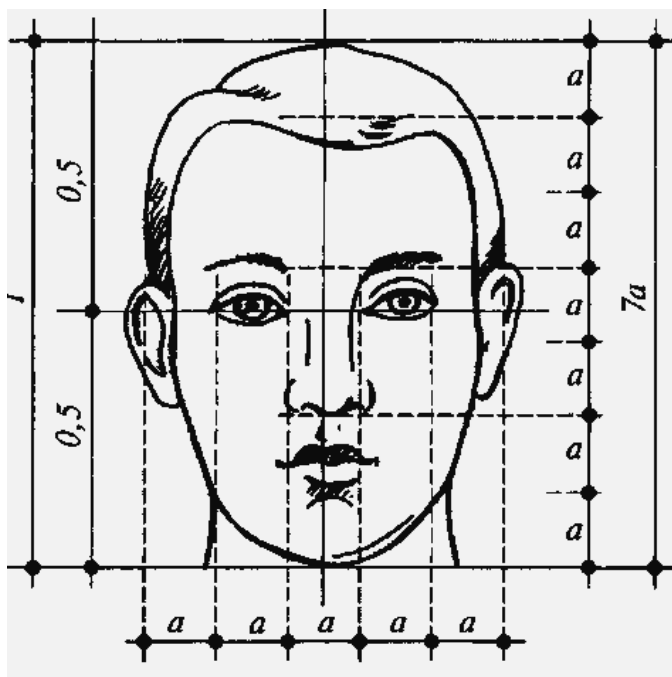
Большое значение для рисования головы человека имеют пропорции. В художественной практике и теории существует 2 понятия пропорций тела и головы человека: 1) идеальные пропорции человеческой головы и тела, их еще можно назвать "греческие", так как греки создавали каноны красоты, которые как раз и основывались на точности и правильности; 2) а есть те пропорции, которые присутствуют абсолютно у каждого человека именно в конструкции его головы и конституции туловища - они могут несколько отличаться от идеальных. Эти расхождения между ними и между каждым человеком помогают найти индивидуальность натуры.

Когда делается рисунок, находятся пропорциональные соотношения данного человека и этим приёмом достигается похожесть индивида.

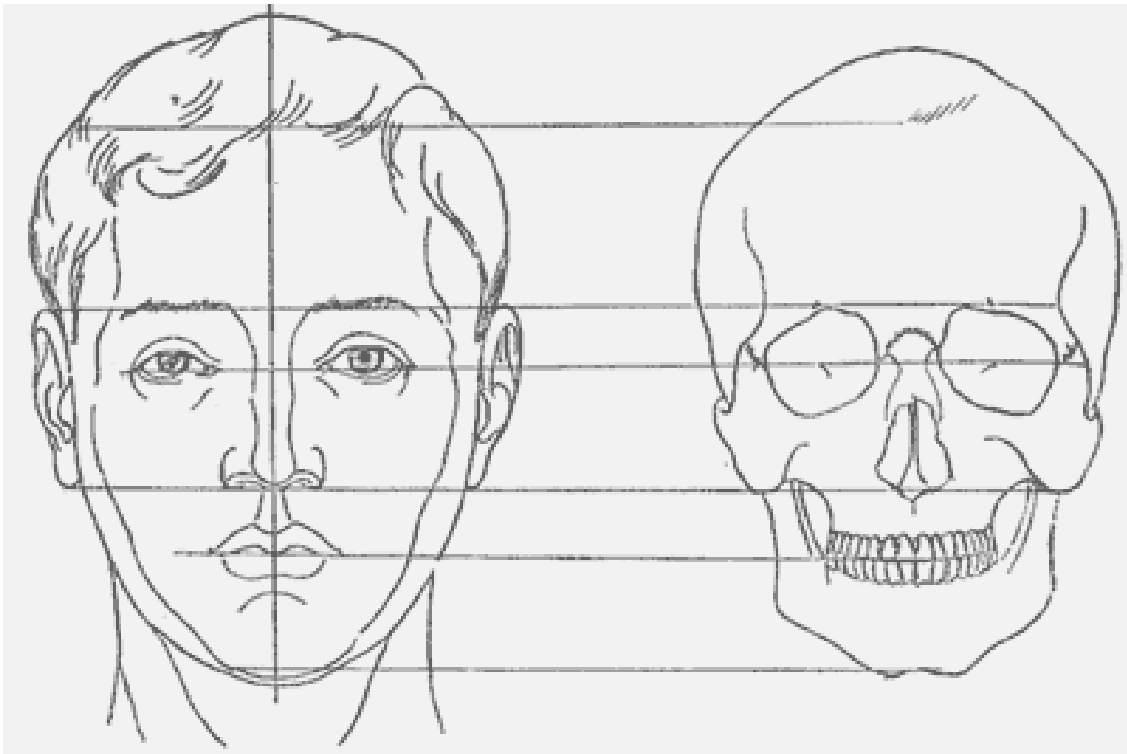
Чтобы правильно нарисовать голову, сначала нужно понять, как ее построить и какие у нее академические пропорции. В соответствии с классическим канон изображения человеческой головы, ее размер соответствует трем с половиной модулям, равным высоте лба, поэтому разделим голову на три с половиной части (рис.83,а).

Вид лица в фас. Форма головы напоминает форму яйца, верхняя часть которого формируется сводом черепа, а нижняя - челюстью. В фас голова симметрична, и эта линия симметрии представляет собой первую опору для художника (рис.83,б). Если провести вертикальную линию, разделяющую лицо на две части, мы получим ось симметрии, которая позволяет соблюсти пропорции при изображении черт лица (рис.83,а).

В соответствии с канон изображения головы человека, ее размер равен трем с половиной отрезкам, равным высоте лба. Первая линия отмечает расположение волос, вторая - глаз, третья - носа и подбородка (рис.83,б).



а



б

Рис.83. Пропорции. Вид головы в фас:

- а - размер пропорций соответствует трем с половиной модулям;
- б - линия симметрии

Голова в профиль

В профиль голова представляется более круглой, чем в фас. По классическому канону, ее размер также равен трем с половиной модулям. Но для рисунка моды будет достаточно создать вертикальную ось, разделяющую голову на две одинаковые части. Эта ось послужит вспомогательной линией для правильного расположения ушей. Канон, установленный для изображения головы в фас, служит также для изображения ее в профиль. Вспомогательные горизонтальные линии, созданные для построения головы в фас, используются и для головы в профиль (рис.84). Треугольник - геометрическая фигура, помогающая изобразить глаз в профиль, а также подходящая для изображения губ.

Размер головы в профиль также состоит из трех с половиной отрезков, которые соответствуют затылку, расположению ушей, основанию шеи и кончику носа. Горизонтальные и вертикальных вспомогательные линии на обоих видах имеют одинаковые пропорции (рис.85).

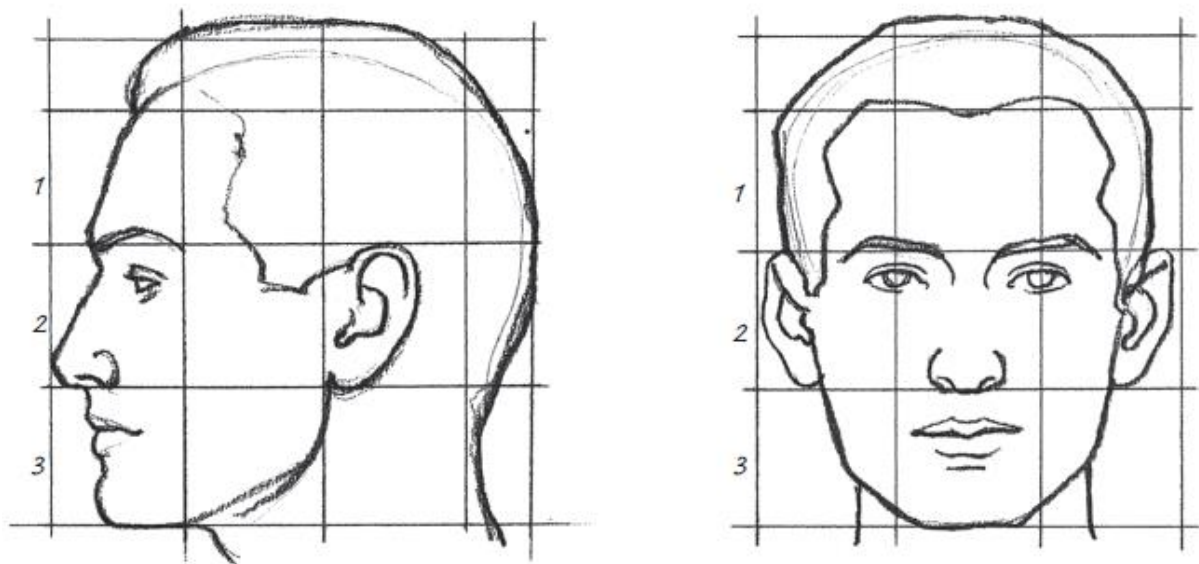


Рис.84. Пропорции. Вид головы в профиль и фас

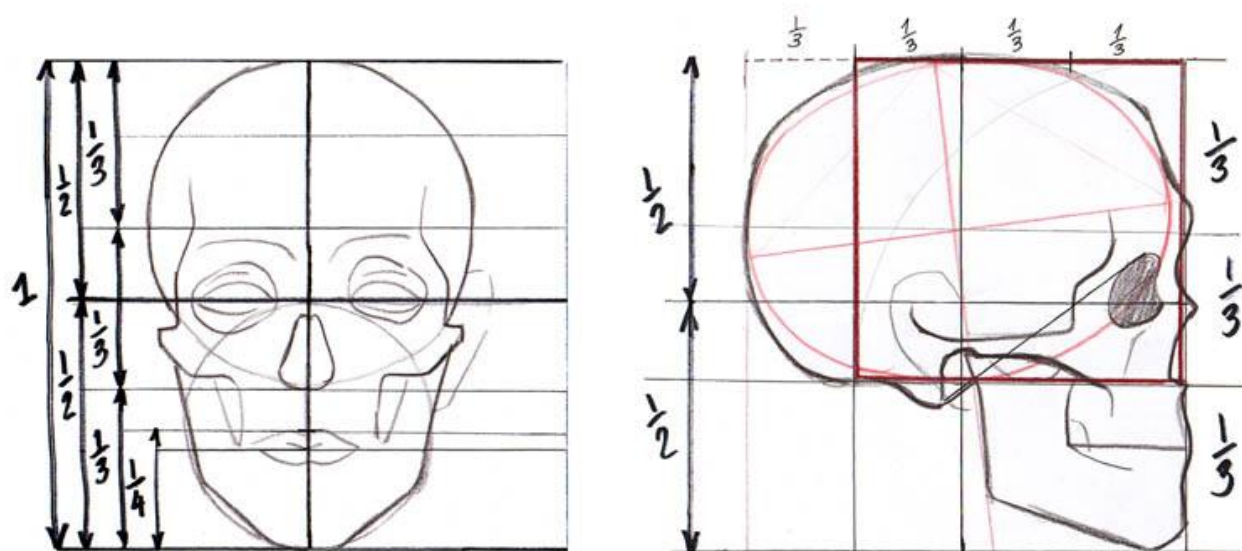


Рис.85. Пропорции головы в фас и профиль в долях частей

На рис. 86 представлены пропорции головы в профиль, фас и сверху.

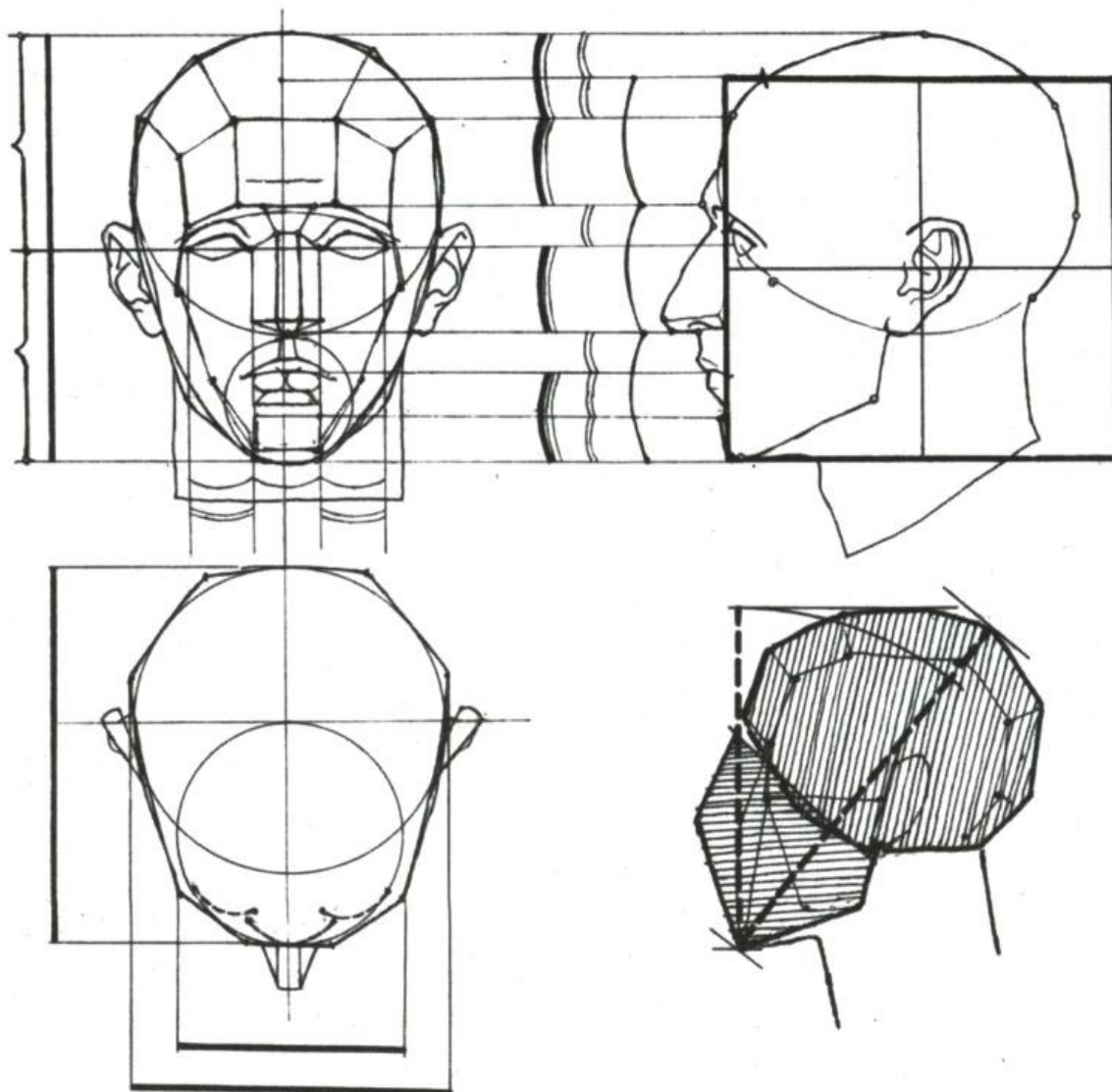


Рис.86. Пропорции. Вид головы в профиль, фас и сверху

Если соединить расположенные напротив друг к другу конструктивные точки или точки наиболее значимых частей лица (нос, рот или подбородок), то все они будут проходить через ушное отверстие.

А вот эти радиусы, если так можно выразиться, или просто величины от ушного отверстия до конкретно взятой точки, как раз и могут помочь в успешном поиске пропорциональных соотношений частей головы. Естественно, такой принцип поиска основных пропорций можно применять и в трехчетвертном повороте, и в виде спереди, т.е. в фас или когда голова имеет ракурс, с той только разницей, что в профиль эти "длины" или линии видны визуально практически равными, а в других случаях, они будут "ложиться" по форме, "заворачиваться" в пространстве по объему головы (рис.87).

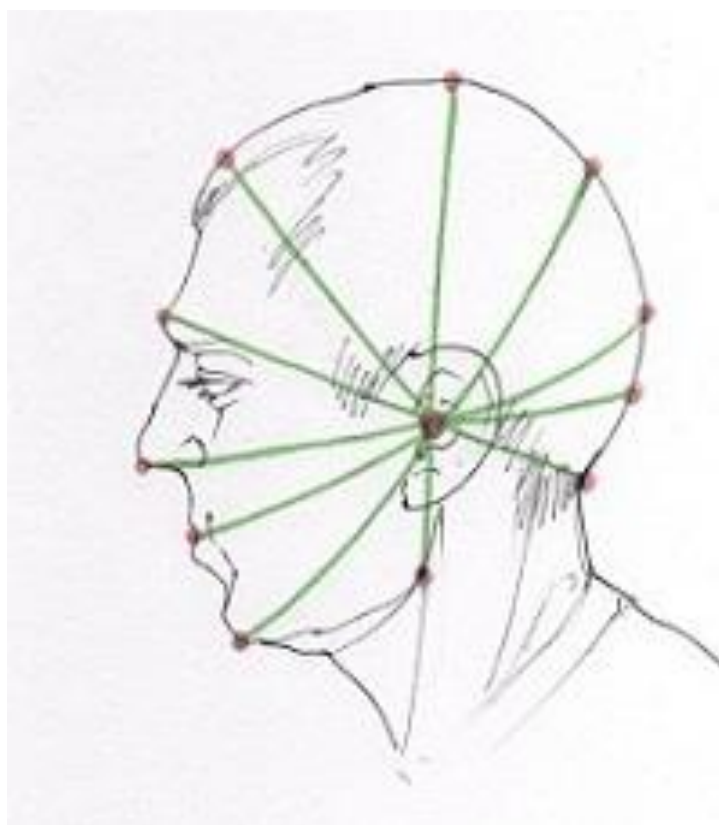


Рис. 87. Поиск пропорциональных соотношений частей головы человека

Схема головы. Пример канонизации пропорций лица по Штратцу приведен В. П. Воробьевым в 1932 г. Горизонтальная линия (3), проведенная на уровне зрачков глаз, делит размер высоты головы на

равные верхнюю и нижнюю половины. Верхняя половина в свою очередь делится на лобный отдел (2—3) и область (1—2), соответствующую волосяному покрову. На границе между ними по срединной линии находится точка «трихион», обозначающая границу волос (рис.88).

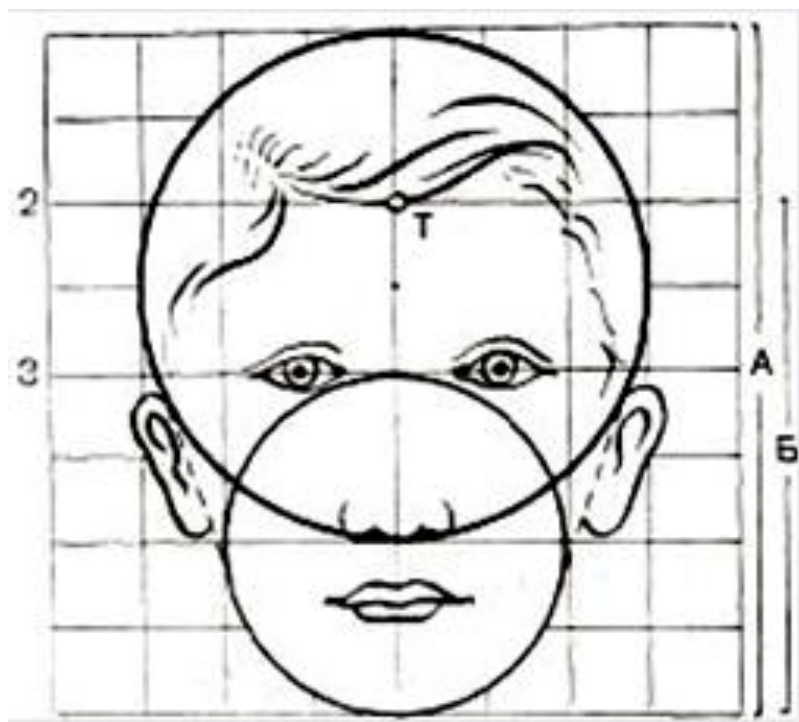


Рис.88. Пример канонизации пропорций лица по Штратцу

Для решения задач эргономического проектирования требуются данные о характеристиках технических элементов, деятельности человека при решении различных задач в разных условиях внешней среды. Во многих странах созданы банки эргономических данных, в частности по заказу военных ведомств. Целью банка данных является формирование единых результатов антропометрических измерений, характеристик психофизиологических особенностей человека. Кроме того, база данных обеспечивает разработку стандартов проведения эргономических исследований, включающих описание условий, методов и процедур проведения измерений и экспериментов, форм представления результатов.

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА	
СЕНСОРНЫЕ И МОТОРНЫЕ ПРОЦЕССЫ	
Рисунок 1: Основные направления исследований эргономики	5
СЕНСОРНЫЕ ПРОЦЕССЫ	
Рисунок 2: Схема строения глаза и сетчатки	9
Рисунок 3: Строение глаза – зрительного анализатора	10
Рисунок 4: Вспомогательный аппарат органа зрения	11
Рисунок 5: Схема восприятия света сетчаткой	12
Рисунок 6: Зрительные иллюзии	15
Рисунок 7: Взгляд человека вдоль указанного направления	15
АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА	
Рисунок 8: Основные части тела человека и его отделы	16
СТРОЕНИЕ ЧЕРЕПА ГОЛОВЫ ЧЕЛОВЕКА	
Рисунок 9: Структура строения черепа человека. Мозговой отдел	17
Рисунок 10: Структура строения черепа человека. Лицевой отдел	18
Рисунок 11: Разделение головы на мозговой и лицевой отделы	19
Рисунок 12: Мужской и женский черепа (по А. П. Быстрову)	20
Рисунок 13: Строение черепа по расам	20
Рисунок 14: Типы головы и формы лица	21
Рисунок 15: Мышцы головы	21
Рисунок 16: Мышцы шеи	22
Рисунок 17: Углы наклона головы	23
Рисунок 18: Соединение черепа с позвоночным столбом (шея)	23
Рисунок 19: Соединение позвонка с черепом головы атлантозатылочным суставом	24
ТУЛОВИЩЕ И ПОЗВОНОЧНИК	
Рисунок 20: Позвоночный столб	25
Рисунок 21: Позвоночный столб. Виды	26
Рисунок 22: Амплитуда движений позвонка с помощью тазобедренного сустава	28
Рисунок 23: Амплитуда движения с помощью функциональных групп мышц	29
Рисунок 24: Мышцы груди	30
Рисунок 25: Мышцы живота	31
Рисунок 26: Мышцы спины	31
НИЖНИЕ КОНЕЧНОСТИ	
Рисунок 27: Кости нижней конечности	32
Рисунок 28: Мышцы нижних конечностей тазового пояса	33
Рисунок 29: Мышцы свободной нижней конечности	33

СТАТИКА И ДИНАМИКА ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА: ЦЕНТР ТЯЖЕСТИ	
Рисунок 30: Ходьба. Опорное положение ног	34
Рисунок 31: Работа мышц при естественном беге	35
Рисунок 32: Центр тяжести при низком старте	36
Рисунок 33: Распределение нагрузки и центра тяжести при подъёме грузов руками	37
Рисунок 34: Неправильное распределение нагрузки при подъёме грузов руками	37
Рисунок 35: Правильное распределение нагрузки при подъёме грузов руками	37
МОТОРИКА ЧЕЛОВЕКА	
Рисунок 36: Навыки крупной моторики человека	38
Рисунок 37: Отделы головного мозга, отвечающие за сенсорные системы	39
МЕЛКАЯ МОТОРИКА. ВЕРХНИЕ КОНЕЧНОСТИ	
Рисунок 38: Костный скелет в области руки	40
Рисунок 39: Строение кисти руки человека	41
Рисунок 40: Строение запястья руки человека	41
Рисунок 41: Строение «пястья» руки человека	42
Рисунок 42: Кости пальцев руки	42
Рисунок 43: Мышцы верхней конечности	43
РЕЦЕПТОРЫ КОЖИ, МЫШЦ И СУСТАВОВ РУКИ	
Рисунок 44: Основные нервы верхней конечности	44
ГОЛОВНОЙ МОЗГ И НЕРВНЫЕ ОКОНЧАНИЯ ЧЕЛОВЕКА	
Рисунок 45: Таблица строения нервной системы человека	45
Рисунок 46: Нервные окончания человека	46
ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИОЛОГИИ ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ЧЕЛОВЕКА В ПРОМЫШЛЕННОМ ДИЗАЙНЕ	
Рисунок 47: Вид движения «пальцами»	49
АНАТОМИЯ И ПЛАСТИКА РУКИ ЧЕЛОВЕКА	
Рисунок 48: Анатомическое строение руки человека	52
Рисунок 49: Схематичное изображение формы руки	53
Рисунок 50: Каждая последующая фаланга меньше и тоньше предыдущей	53
Рисунок 51: Пропорции фаланг пальцев – золотое сечение	54
Рисунок 52: Длина мизинца почти достигает изгиба последней фаланги безымянного пальца	54
Рисунок 53: Направления прорисовки при эскизировании ладони	55
Рисунок 54: Метод изображения сжатой ладони в кулак	56
Рисунок 55: Скелет кисти руки	57
Рисунок 56: Этапы эскизирования ладони	58
Рисунок 57: Тени под рукой	59

Рисунок 58: Обозначение линии положения каждого пальца	59
Рисунок 59: Вспомогательные формы, для обозначения положения фаланг	60
Рисунок 60: Мелкая моторика	60
Рисунок 61: Академический набросок кисти руки	61
ЭСКИЗИРОВАНИЕ ФИГУРЫ ЧЕЛОВЕКА	
Рисунок 62: Пропорции взрослого человека	62
Рисунок 63: Построение торса фигуры человека	63
Рисунок 64: Обобщение пластики фигуры	64
Рисунок 65: Перспективный разворот фигуры при построении	65
Рисунок 66: Перспективный разворот фигуры: вид сбоку и прямо	65
Пошаговый пример эскизирования фигуры человека в полный рост 1 – 8-й ЭТАПЫ	66
ШТРИХОВКА В АКАДЕМИЧЕСКОМ РИСУНКЕ	
Рисунок 67: Разновидности штриховки	74
Рисунок 68: Соединение линий штриха в единое целое	76
Рисунок 69: Сочетание широких и острых линий штриховки	77
РИСУНОК ГОЛОВЫ ЧЕЛОВЕКА ПОЭТАПНО	
Рисунок 70: Объёмная компоновка головы на плоскости	78
Рисунок 71: Эскизный набросок начала работы над портретом	79
Рисунок 72: Объёмные зарисовки черепа и модели головы	80
Рисунок 73: Конструктивные точки при построении рисунка головы	80
Рисунок 74: Оси – линии построения при рисунке головы	81
Рисунок 75: Различные виды заготовок для рисунка головы	83
Рисунок 76: Типы и формы лица	83
Рисунок 77: Начало эскизирования матрицы	84
Рисунок 78: Линия надбровной дуги и линия нижней части носа делят голову на три равные части	85
Рисунок 79: Продолжение построения головы	86
Рисунок 80: Просмотр конструктивных особенностей	87
Рисунок 81: Вращение матрицы и наклоны головы	88
Рисунок 82: Продолжение моделировки головы	89
ПРОПОРЦИИ ГОЛОВЫ ЧЕЛОВЕКА	
Рисунок 83: Пропорции. Вид головы в фас	90 -
	91
Рисунок 84: Пропорции. Вид головы в профиль и фас	92
Рисунок 85: Пропорции головы в фас и профиль в долях частей	92
Рисунок 86: Пропорции. Вид головы в профиль, фас и сверху	93
Рисунок 87: Поиск пропорциональных соотношений частей головы человека	94
Рисунок 88: Пример канонизации пропорций лица по Штратцу	95

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ильина О.В. Эргономика и эргономические параметры в промышленном дизайне. Часть 1. Антропометрия: учебное пособие / ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб., 2018.– 70 с.
2. Дубровский В.И., Федорова В.Н. Биомеханика: учебник для средн. и высш. учеб. заведений. - М: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. - 672 с.
3. Novacheck T.F. The biomechanics of running, //Gait and Posture. 1998. №7.
4. Nikooyan A.A., Zadpoor A.A. Mass-spring-damper modeling of the human body to study running and hopping: an overview, dep. Biomech Eng, Delft University of Technology, The Netherlands, 2011.
5. Александров Ю. И. Основы психофизиологии. М. : Высшая школа, 1998.
6. Липченко В. Я., Самусев Р. П. Атлас нормальной анатомии человека. 1989. — URL: <https://nehrusti.com/anatomiya/kosti-ruk-cheloveka.html>

Учебное издание

О.В. Ильина

**ЭРГОНОМИКА И ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ
В ПРОМЫШЛЕННОМ ДИЗАЙНЕ**

Часть 2. Физиология

Учебное пособие

Редактор и техн. редактор Л.Я. Титова Темплан 2019 г., поз. 116

Подп. к печати 11.12.19 Формат 60 x 84/16. Бумага тип. № 1. Печать
офсетная. 6,25 уч.-изд.л.; 6,25 печ.л. Тираж 50 экз. Изд. № 116. Цена «С».
Заказ

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД, 198095,
СПб., ул. Ивана Черных, 4.