

**Основы биомеханики  
легкоатлетических  
упражнений. Влияние  
легкой атлетики на  
развитие двигательных  
качеств.**

● Добиться **высоких** спортивных результатов в любом виде легкой атлетики смогут только спортсмены, овладевшие **совершенной техникой** выполнения движений, под которой обычно понимают **наиболее рациональный и эффективный способ** выполнения спортивного упражнения.



- Техника бега, прыжков и метаний должна быть рациональной с позиции биомеханики (направление, амплитуда, скорость, ускорение и замедление отдельных звеньев, инерция, темп, ритм, напряжение и сокращение мышц и т.п.), наиболее целесообразной по проявлению легкоатлетом силы мышц, быстроты движений, выносливости, подвижности в суставах, оптимальной по функциям психической сферы.

- Важно уметь использовать подготовительные элементы движений, когда мышцы-антагонисты растягиваются, напрягаются и, накопив упругую энергию, могут развить большую силу и скорость движений. Использование упругих свойств мышц повышает экономичность работы.

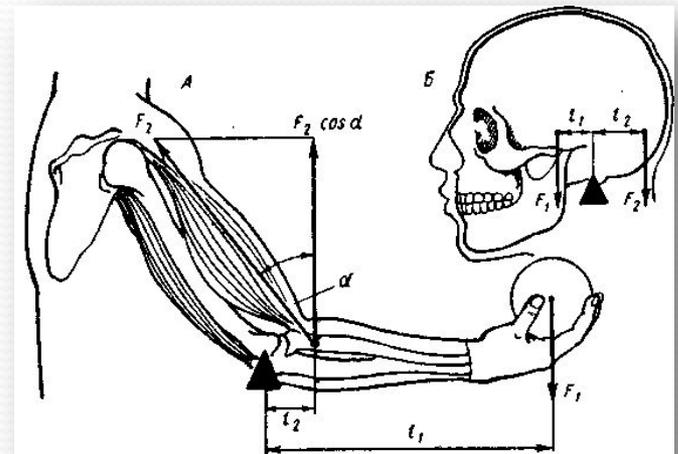
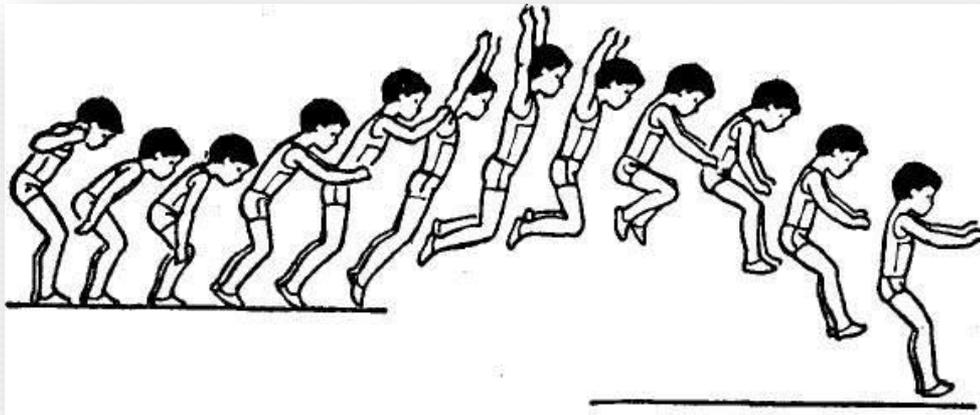


Рис. 9. Примеры рычагов тела человека:  
А — предплечье-рычаг второго рода; Б — голова-рычаг первого рода

# Биомеханика человека

- Движения частей тела человека представляют собою перемещения в пространстве и времени, которые выполняются во многих суставах одновременно и последовательно. Движения в суставах по своей форме и характеру очень разнообразны, они зависят от действия множества приложенных сил. Все движения закономерно объединены в целостные организованные действия, которыми человек управляет при помощи мышц. Учитывая сложность движений человека, в биомеханике исследуют и механическую, и биологическую их стороны, причем обязательно в тесной взаимосвязи.
- Поскольку человек выполняет всегда осмысленные действия, его интересует, как можно достичь цели, насколько хорошо и легко это получается в данных условиях. Для того чтобы результат движения был лучше, и достичь его было бы легче, человек сознательно учитывает и использует условия, в которых осуществляется движение. Кроме того, он учится более совершенно выполнять движения. Биомеханика человека учитывает эти его способности, чем существенно отличается от биомеханики животных.

# Биомеханика спорта

- Биомеханика спорта (спортивная биомеханика) — раздел биомеханики, в котором изучают работу биомеханического аппарата спортсмена (БАС), взаимодействия БАС с окружающей средой, спортивным инвентарем, механизмами.
- Целью спортивной биомеханики является повышение мастерства спортсменов, установление ими рекордов, а также предотвращение травматизма, создание более оптимального спортивного инвентаря, механизмов, тренажёров. Также биомеханика спорта непосредственно используется в практике физического воспитания.

# Задачи и содержание спортивной биомеханики

Как самостоятельная научная дисциплина биомеханика физических упражнений обогащает теорию физического воспитания, исследуя одну из сторон физических упражнений— технику. Вместе с тем, биомеханика физических упражнений непосредственно используется в практике физического воспитания. Как учебный предмет биомеханика содержит главные положения учения о движениях, обобщенный и систематизированный опыт изучения общих объективных закономерностей. Объект познания биомеханики — двигательные действия человека как системы взаимно связанных активных движений и положений его тела.

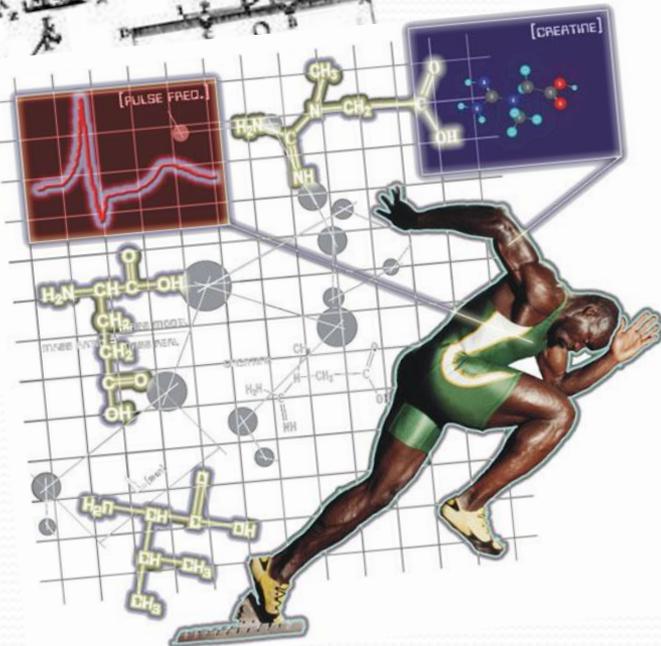
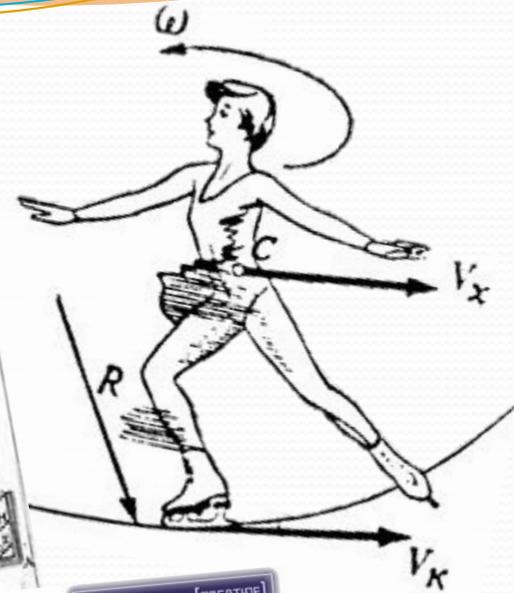
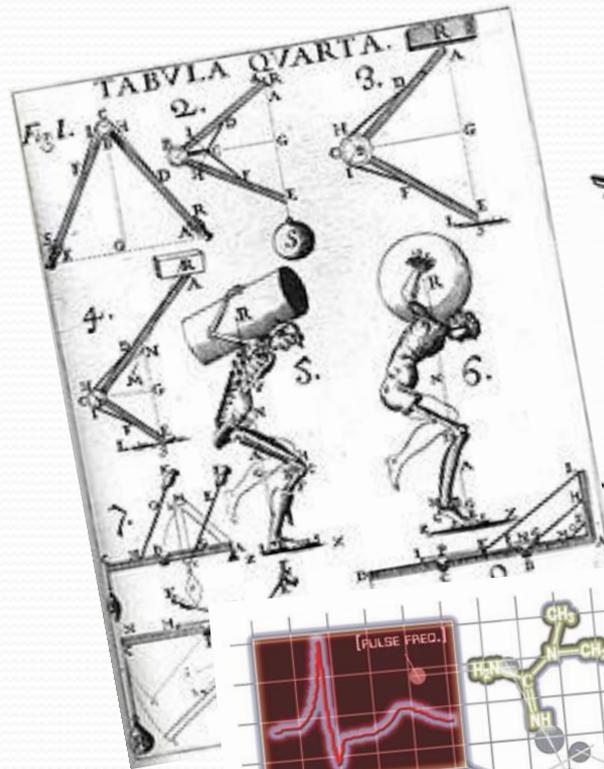
Задачами спортивной биомеханики являются:

- изучение особенности техники выдающихся спортсменов;
- определение рациональной организации действий;
- разработка методических приемов освоения движений, методы технического самоконтроля и совершенствования техники.

# Биомеханика физических упражнений делится на общую, дифференциальную и частную.

- **Общая биомеханика** решает теоретические проблемы и помогает узнать, как и почему человек двигается. Этот раздел биомеханики очень важен для практики физического воспитания и спорта.
- **Дифференциальная биомеханика** изучает индивидуальные и групповые особенности двигательных возможностей и двигательной деятельности. Изучаются особенности, зависящие от возраста, пола, состояния здоровья, уровня физической подготовленности, спортивной квалификации и т. п.
- **Частная биомеханика** рассматривает конкретные вопросы технической и тактической подготовки в отдельных видах спорта и разновидностях массовой физкультуры. В том числе в оздоровительном беге и ходьбе, общеразвивающих гимнастических упражнениях, ритмической гимнастике на суше (аэробика) и в воде (акваробика) и т. п. Основной вопрос частной биомеханики — как научить человека правильно выполнять разнообразные движения или как самостоятельно освоить культуру движений.

● Биомеханика занимает особое положение среди наук в физическом воспитании и спорте. Она базируется на анатомии, физиологии и фундаментальных научных дисциплинах — физике (механике), математике, теории управления. Взаимодействие биомеханики с биохимией, психологией и эстетикой дало жизнь новым научным направлениям, которые, едва родившись, уже приносят большую практическую пользу. В их числе «психобиомеханика», энергостатические и эстетические аспекты биомеханики.



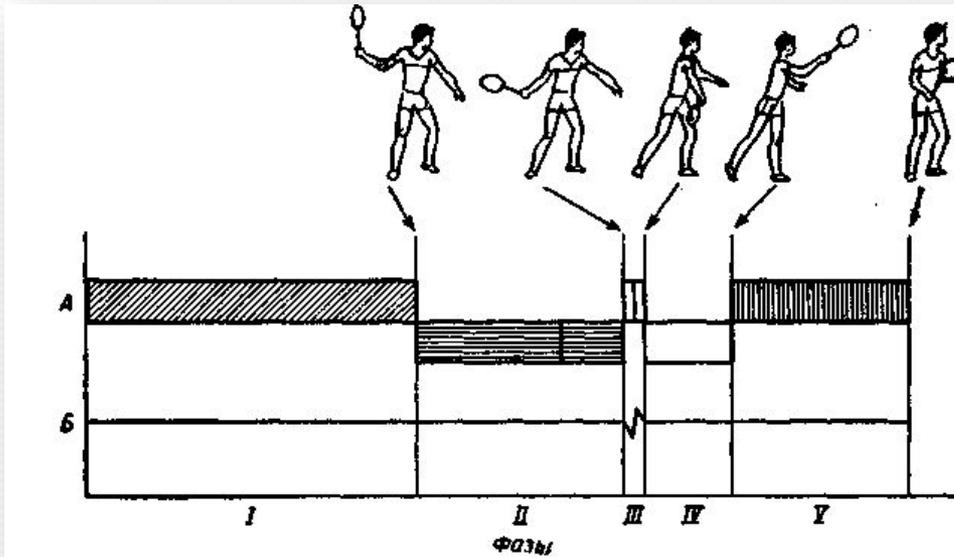
На трех уровнях биомеханики изучают: движения — двигательные действия — двигательную деятельность.

- На первом уровне фактические данные для исследования **движений** добываются чаще всего в экспериментах с изолированными мышцами и другими частями тела животных.
- За редким исключением (например, движения новорожденного) здоровый человек выполняет целенаправленные и мотивированные движения, или **двигательные действия**. На этом уровне биомеханика изучает и совершенствует технику двигательных действий (например, технику прыжка, удара, шага и т. д.).
- Третий уровень биомеханики посвящен тактике **двигательной деятельности**. При выполнении физических упражнений двигательная деятельность складывается из двигательных действий, как цепь из звеньев. Например, бег состоит из отдельных шагов; стрельба — из изготовления, прицеливания и выстрела; штрафной удар в футболе — из разбега и удара ногой по мячу. Двигательные действия в такой цепи взаимосвязаны и взаимообусловлены. Поэтому двигательная деятельность — это система двигательных действий.

# Процедура анализа двигательной деятельности (биомеханического анализа) состоит из следующих

## этапов:

- 1. Изучение внешней картины двигательной деятельности. Прежде всего выясняют, из каких двигательных действий она состоит и в каком порядке действия следуют друг за другом. Например, школьный урок физической культуры состоит из ряда упражнений. Нужно учитывать, что характер, продолжительность и интенсивность предшествующих упражнений оказывают влияние на качество выполнения последующих.
- 2. Изучая внешнюю картину двигательной деятельности, регистрируют кинематические характеристики. Особенно важно знать продолжительность отдельных частей движения (фаз), графическим отображением чего является хронограмма. Хронограмма двигательного действия характеризует технику (рис.), а хронограмма двигательной деятельности — первое, на что обращают внимание при анализе спортивной тактики.



Фазовый состав ударного действия в теннисе (по Л. С. Зайцевой) :  
А — хронограмма; Б — тензометрическая отметка удара,

I — фаза движения назад для замаха; II — фаза ускоренного движения ракетки вперед; III — фаза взаимодействия ракетки с мячом; IV — фаза замедленного движения ракетки вперед; V — фаза возвращения ракетки в исходное положение

## Процедура анализа двигательной деятельности (биомеханического анализа) состоит из следующих этапов:

- 2. Выяснение причин, вызывающих и изменяющих движения. Они не доступны визуальному контролю, и для их анализа необходимо регистрировать динамические характеристики (см. таблицу).
- Важнейшее значение здесь имеют величины сил, действующих на человека извне и создаваемых его собственными мышцами.

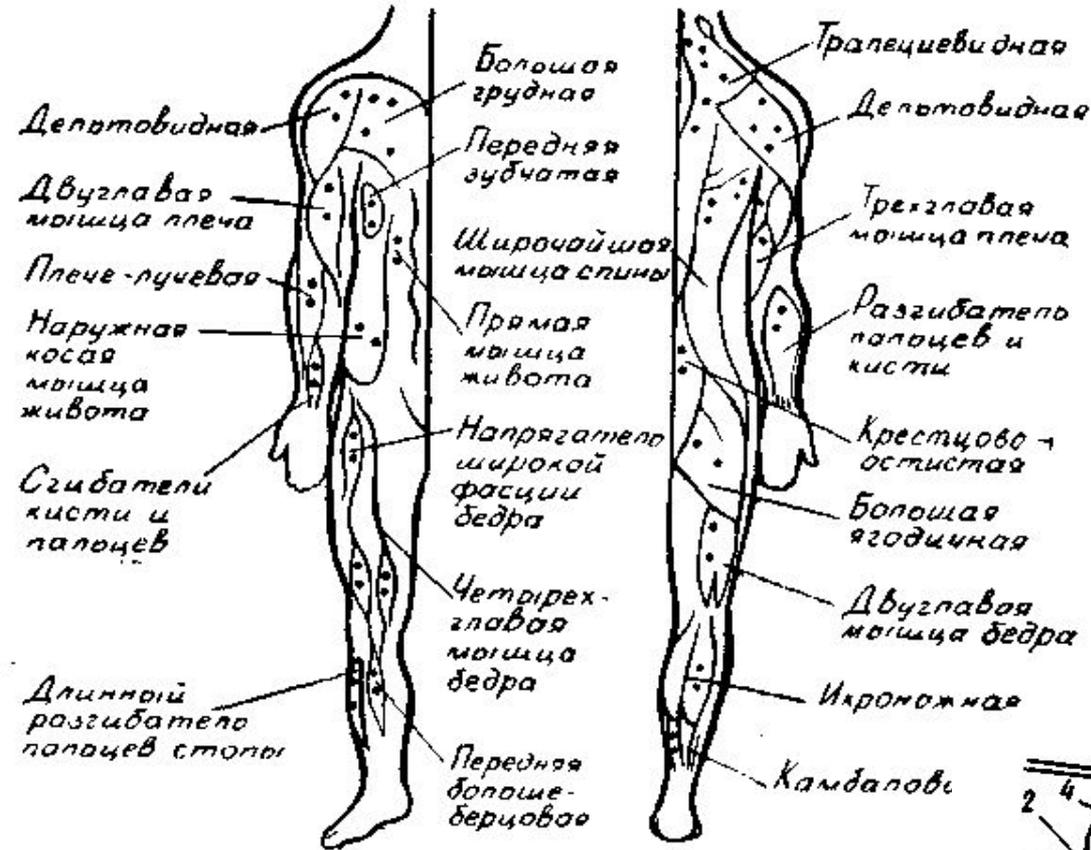
# Таблица: Виды биомеханических характеристик и их единицы измерения.

Биомеханические характеристики						
Кинематические			Энергетические		Динамические	
Для поступательного движения		Для вращательного движения	Для поступательного и вращательного движения		Для поступательного движения	Для вращательного движения
м	перемещение	град.	Работа, Дж		Масса, кг	Момент инерции, кг·м <sup>2</sup>
с	длительность	с	Энергия, Дж		Сила, Н	Момент силы, Н·м (вращающий момент)
м/с	скорость	град./с	Мощность, Вт			
м/с <sup>2</sup>	ускорение	град./с <sup>2</sup>	Экономичность (коэффициент механической эффективности, %)		Импульс силы, Нс	Импульс момента силы, Нмс
1/мин	темп — ритм	1/мин —	Энергетическая стоимость, $\frac{\text{Дж}}{\text{м}}$ , и пульсовая стоимость, $\frac{1}{\text{м}}$		Количество движения, $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$	Кинетический момент, $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}}$

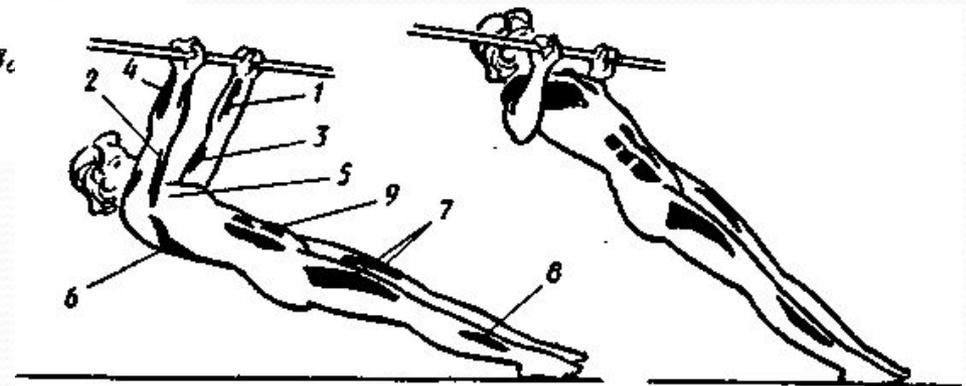
# Процедура анализа двигательной деятельности (биомеханического анализа) состоит из следующих этапов:

- 3. Определение топографии работающих мышц. На этом этапе выявляется, какие мышцы и как участвуют в выполнении данного упражнения. Зная, какие мышцы преимущественно обеспечивают двигательную деятельность, к которой готовит себя человек, можно из множества физических упражнений отобрать способствующие развитию именно этих мышц и их координации.
- В зависимости от того, какая часть всей мышечной массы тела задействована, различают: глобальную мышечную работу (более  $2/3$ ), регионарную (от  $1/3$  до  $2/3$ ) и локальную (менее  $V_s$ ). Так, бегуны, пловцы, лыжники выполняют глобальную мышечную работу. К регионарной относится, например, мышечная работа, выполняемая при некоторых общеразвивающих гимнастических упражнениях (подтягивании на перекладине, поднимании ног и верхней части туловища из положения лежа на спине и т. п.).
- Представление о том, какие мышцы задействованы в каждом упражнении, можно получить, регистрируя их электрическую активность. Чем интенсивнее работает мышца, тем выше ее электрическая активность и больше амплитуда электромиограммы.

На левом рисунке показаны места наложения электродов при записи электромиограммы, а на правом — пример графического изображения топографии работающих мышц.



Граничные позы при подтягивании в висе лежа на низкой перекладине (штриховкой обозначены наиболее активные мышцы):  
 1 — мышцы-сгибатели кисти; 2 — трехглавая м. плеча; 3 — двуглавая м. плеча; 4 — плечелучевая м.; 5 — большая грудная м.; 6 — широчайшая м. спины; 7 — четырехглавая м. бедра; 8 — мышцы-разгибатели стопы; 9 — прямая м. живота



Схематическое изображение мышц тела человека и мест наложения электромиографических электродов

# Процедура анализа двигательной деятельности (биомеханического анализа) состоит из следующих этапов:

- 4. Определение энергетических затрат и того, сколько целесообразно расходуется энергия работающих мышц. Для ответа на эти вопросы регистрируют энергетические характеристики (см. таблицу). Наряду с величинами энергозатрат важна экономичность, которая тем выше, чем больше доля полезных энергозатрат по отношению ко всей затраченной энергии. Подсчитано, например, что у стайеров высшей квалификации повышение экономичности бега на 20% перемещает бегуна в списке лучших с 10-го на 1-е место.

# Процедура анализа двигательной деятельности (биомеханического анализа) состоит из следующих этапов:

- 5. Выявление оптимальных двигательных режимов (наилучшей техники двигательных действий и наилучшей тактики двигательной деятельности) осуществляется на заключительном этапе биомеханического анализа. Здесь же оценивается степень соответствия реально имеющихся место и оптимальных вариантов техники и тактики.
- Оптимальным (от лат. *optimus* — наилучший) называется наилучший вариант из всех возможных. В спорте (а в последнее время и в оздоровительной физкультуре) постоянно идет поиск оптимальных вариантов техники и тактики и определение степени соответствия реально наблюдаемого двигательного режима оптимальному. Тем самым решается задача оптимизации двигательной деятельности или ее рационализации (если не удастся достичь идеала, но можно к нему приблизиться).



● Оптимизацией называют выбор наилучшего варианта из числа возможных. Но что такое наилучший вариант двигательной деятельности? Общего ответа на этот вопрос не существует, поскольку все зависит от конкретной ситуации и поставленной цели. Так, человек, спасающийся от преследователей, не думает о красоте и экономичности. Главное — бежать быстро. Другое дело, гимнастка, выполняющая вольные упражнения. Она стремится двигаться как можно красивее, в соответствии с эстетическими канонами своего вида спорта. В этих ситуациях различны цели людей. И потому неодинаковы критерии оптимальности, т. е. показатели, используемые для оценки степени достижения поставленной цели.

# Влияние легкой атлетики на развитие двигательных качеств

- Правильно организованный тренировочный процесс позволяет овладеть современной техникой легкоатлетических упражнений.
- Техника - это наиболее рациональный, эффективный способ выполнения упражнений для достижения наилучшего результата. Сущность ее состоит в том, что спортсмен разумно использует свои способности для решения двигательной задачи. Техника проявляется как в форме, так и во внутреннем содержании движений. Форма характеризуется направлением движений, их амплитудой, скоростью, ритмом. Содержание - целью действий, деятельностью центральной нервной системы, напряжением и расслаблением мышц, волевыми усилиями и т. д.
- Важным условием приобретения того или технического приема является сознательное отношение спортсмена к учебному процессу, осмысливание каждого движения. Не копируя технику чемпионов или рекордсменов, нужно уметь анализировать и научно обосновывать рациональность всех движений.
- Совершенствование техники избранного вида легкой атлетики происходит тем успешнее, чем богаче запас двигательных навыков. Такой запас создается посредством широкого применения различных общеразвивающих и специальных упражнений, спортивных и подвижных игр, упражнений из других видов спорта.

● **Специальная физическая подготовка** используется для целенаправленного развития физических качеств, которые определяют подготовленность спортсменов в избранном виде легкой атлетики. Физические качества (сила, выносливость, ловкость и гибкость) развиваются в тесной взаимосвязи. Специальные упражнения для **бегунов** (бег с высоким подниманием бедра, семенящий бег, движения руками - как при беге, беговые движения ногами, лежа на спине и «стоя на лопатках», прыжковый бег, прыжки на одной и двух ногах и др.). Специальные упражнения для **прыгуна в высоту** с разбега (выпрыгивания, полуприседания с отягощением, выпрыгивания с гирей, наклоны назад с поворотом влево и вправо, спрыгивания и запрыгивание на возвышение в 40-60 см, прыжки через препятствия 5-6 штук, подпрыгивание на двух ногах в песке и др.). Специальные упражнения **прыгуна в длину** (подпрыгивание на двух ногах, многократные прыжки с одной ноги на другую, многократные прыжки на двух ногах через препятствия, выпрыгивания из глубокого приседа и полуприседа, выпрыгивания вверх из положения стоя на одной ноге на гимнастической скамейке, мах согнутой ногой из положения стоя и др.). Специальные упражнения для **метателя** (жим штанги двумя руками, правая нога впереди, жим штанги из положения штанги на плечах, поднятие штанги к груди, полуприседания с быстрым вставанием, броски мяча двумя руками снизу - вперед, броски мяча двумя руками назад через голову, комплекс упражнений с гимнастической палкой на верхний плечевой пояс и др.).

В специально физическую подготовку входит развитие специальных качеств как : скоростно-силовые качества, специальная выносливость, специальная сила.

- **Скоростно-силовая подготовка** - процесс воспитания и совершенствования способности учащегося выполнять упражнения, требующие проявления взрывной силы (способность проявлять наибольшую силу в наименьшее время).
- **Специальная выносливость** - способность эффективно выполнять спортивную работу, несмотря на возникшее утомление.
- **Специальная сила** - способность проявлять наибольшую силу в наименьшее время. Проявление силы с максимальным ускорением (например, сила, развиваемая при отталкивании прыгуна).

# Основные задачи силовой подготовки:

- 1) увеличить силовые возможности с целью эффективного совершенствования в избранном виде легкой атлетики;
- 2) обеспечить и сохранить силовые возможности применительно к особенностям этапов многолетнего процесса спортивного совершенствования;
- 3) концентрировать воспитание силовых способностей с учетом специфических особенностей избранного вида легкой атлетики.

- *Методы развития силы:* 1. Метод максимальных усилий. 2. Метод динамических усилий. 3. Метод повторных усилий. 4. «Ударный» метод. 5. Метод статических усилий. 6. Метод изокинетических усилий. 7. Метод круговой тренировки. 8. Игровой метод.
- *Основные средства развития силы.* К наиболее характерным средствам развития силы относятся упражнения с отягощениями (различными снарядами), выполняемые в динамическом и изометрическом режимах; упражнения, связанные с преодолением веса собственного тела; упражнения с партнером (парные упражнения).

# Основные задачи скоростной подготовки:

- 1) обеспечить направленное развитие двигательных способностей легкоатлетов, от которых непосредственно зависит предельная скорость движения;
- 2) для эффективного воздействия упражнений, направленных на увеличение скорости, постепенно усложняя двигательные задачи с учетом возраста и квалификации спортсменов;
- 3) концентрировать воспитание скоростных способностей с учетом специфических требований избранного вида легкой атлетики.

● **Основные методы развития быстроты:** 1. Повторный. 2. Переменный. 3. Соревновательный. 4. Игровой.

● **Основные средства развития быстроты.** Для развития быстроты легкоатлетов используют три группы средств: неспецифические специфические, специальные.

К неспецифическим средствам относятся: 1) упражнения, связанные с развитием быстроты двигательной реакции; 2) упражнения для развития динамической и взрывной силы мышц (различные прыжки, неспецифические для специальной подготовки легкоатлетов и других видов спорта); 3) упражнения для улучшения амплитуды движений и способности мышц к расслаблению; 4) подвижные и спортивные игры.

К специфическим средствам относятся: 1) специальные упражнения избранного вида легкой атлетики (например, беговые, прыжковые упражнения и т.д.). Структура движений в этих упражнениях приближена к виду легкой атлетики.

К специальным средствам относятся различные упражнения, направленные на совершенствование всех тех способностей и умений легкоатлета, от которых зависит скорость выполнения соревновательного упражнения. Положительный «перенос» качества быстроты с одного движения на другое возможен лишь при сходстве их структуры (кинематической и динамической) и характера нервно-мышечных усилий спортсмена.

# Основные задачи воспитания

## выносливости:

- 1) расширяя функциональные возможности организма легкоатлетов, лимитирующие общую работоспособность, создавать предпосылки для суммарного увеличения полезного, объема тренировочной работы и на его основе использования эффекта «переноса» содействовать развитию выносливости применительно к требованиям избранного вида легкой атлетики;
  - 2) обеспечить воспитание у спортсменов выносливости к длительной непрерывной работе умеренной и большой интенсивности, связанной с активным функционированием сердечно-сосудистой и дыхательной систем;
  - 3) создать в процессе всех этапов многолетней подготовки предпосылки для перехода к повышенным тренировочным нагрузкам в избранном виде легкой атлетики.
- *Основные методы развития выносливости:* 1) равномерный; 2) повторный; 3) интервальный; 4) переменный; 5) игровой; 6) круговой; 7) соревновательный.
  - *Основные средства развития выносливости.*

К неспецифическим средствам развития общей выносливости в тренировке легкоатлетов относятся ходьба, кроссовый бег, общеразвивающие упражнения, подвижные и спортивные игры, упражнения из других видов спорта (плавание, лыжные гонки и т.д.).

Специфические средства для развития выносливости исходят от вида легкой атлетики, в котором специализируется спортсмен. В основном это специальные упражнения (беговые, прыжковые и т.д.).

# Основные задачи воспитания ловкости:

- 1) обеспечить накопление запаса элементов движений и совершенствование способности к их объединению в более сложные, двигательные действия;
- 2) развивать способности освоения сложно-координационных движений;
- 3) научить спортсменов перестраивать двигательную деятельность в соответствии с требованиями меняющейся обстановки;
- 4) развивать точность восприятия своих движений в пространстве и во времени;
- 5) обновлять двигательный опыт спортсмена, совершенствуя функции анализаторов движений и их способности с целью развития умения регулировать мышечные напряжения, в определенных пространственно-временных условиях;
- 6) воспитать смелость и решительность.

● *Основные методы развития ловкости:* 1) повторный; 2) интервальный; 3) игровой; 4) круговой тренировки; 5) соревновательный.

● *Основные средства развития ловкости.* Основными средствами воздействия, направленного на развитие ловкости, являются различные более сложные общеразвивающие и специальные упражнения, если они связаны, с преодолением координационных трудностей. Наиболее распространенными средствами воспитания общей ловкости являются элементы акробатики, подвижные и спортивные игры, упражнения на гимнастических снарядах, прыжки в воду.

## *Основные задачи воспитания гибкости:*

- 1) повышение эластичности мышц;
- 2) улучшение координации движений;
- 3) обеспечение развития и совершенствования гибкости, применительно к требованиям избранного вида легкой атлетики;
- 4) сохранение высоких показателей на достигнутом оптимальном уровне на этапе спортивного совершенствования.

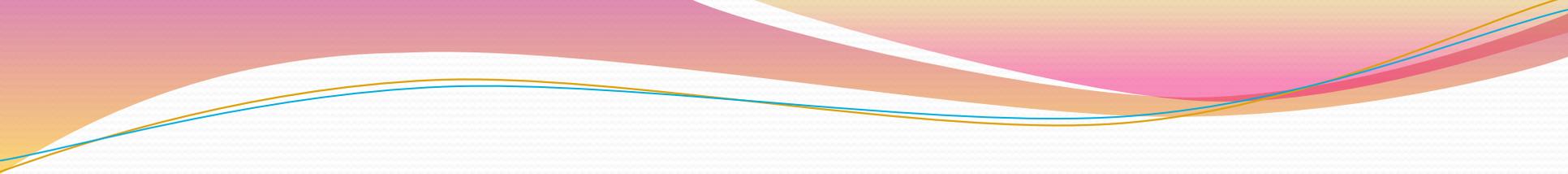
- *Основные методы развития гибкости:* 1. Повторный метод. 2. Игровой метод. 3. Соревновательный метод.
- *Основные средства развития гибкости.* Основными средствами реализации задач по развитию гибкости являются общеразвивающие и специально-подготовительные упражнения. Эти упражнения делятся на активные, пассивные и комбинированные. Данные группы упражнений применяются как в динамическом, так и в статистическом режимах.

● Множество людей занимаются легкой атлетикой, которая проникла в самые отдаленные уголки земного шара, став одним из популярных видов спорта в мире. Почти все виды спорта, так или иначе, используют упражнения из легкой атлетики для подготовки спортсменов. Во время тренировок и соревнований проводятся научные исследования, которые в дальнейшем помогают развиваться таким наукам, как физиология, биомеханика, спортивная медицина, теория физической культуры и спорта и др.



# Заключение

- Легкоатлетические упражнения повышают деятельность всех систем организма, способствуют закаливанию, являются одним из действенных факторов профилактики различных заболеваний. Легко дозируемые упражнения могут использоваться как для развития физических качеств спортсменов высокого класса, так и для развития подрастающего поколения, для людей с ослабленным здоровьем, пожилого возраста, в период реабилитации после перенесенных травм и просто для поддержания нормальной жизнедеятельности человеческого организма. Большая роль отведена видам легкой атлетики в физической подготовке призывников и военнослужащих.
- Легкоатлетические упражнения оказывают весьма разностороннее влияние на организм человека. Они развивают силу, быстроту, выносливость, улучшают подвижность в суставах, позволяют приобрести широкий круг двигательных навыков, способствуют воспитанию волевых качеств. Такая разносторонняя физическая подготовка особенно необходима в юном возрасте. Широкое использование легкоатлетических упражнений в занятиях содействует повышению функциональных возможностей организма, обеспечивает высокую работоспособность.



**Спасибо за внимание!**