

# ВВЕДЕНИЕ В БИОМЕХАНИКУ

---

Основные аспекты биомеханики. Зачем и с чем ее «едят»?

# История биомеханики в нашей стране

- Курс биомеханики впервые введен в программу физкультурных вузов в 1958 г.
- Основы наших знаний о движениях в воде заложены Архимедом
- И. М. Сеченов (1829—1905 гг.), П. Ф. Лесгафт (1837—1930 гг.), А. А. Ухтомский (1875—1942 гг.) и основоположник отечественной биомеханической школы Н. А. Бернштейн (1896—1966 гг.) много сделали для развития биомеханики труда и спорта.
- Д.Д.Донской заложил исходные *методологические основы всей научно-исследовательской деятельности в сфере биомеханики спорта*

# Спортивный врач и биомеханика

- С позиции тренера – увеличение результатов  
Улучшение технико-тактического мастерства
- С позиции врача – забота о здоровье в аспекте диагностики повреждений, нестабильности суставов, ослабления группы и отдельных мышц

# Биомеханика через функциональную диагностику

- В биомеханику ОДА включают его функциональную анатомию, а иногда и физиологию нервно-мышечной системы, называя это объединение *кинезиологией*.
- подометрия — измерение временных характеристик шага;
- гониометрия — измерение кинематических характеристик движений в суставах;
- динамометрия — регистрация реакций опоры;
- элекромиография — регистрация поверхностной ЭМГ;
- стабиллометрия — регистрация положения и движений общего центра давления на плоскость опоры при стоянии.

# Что такое биомеханика?

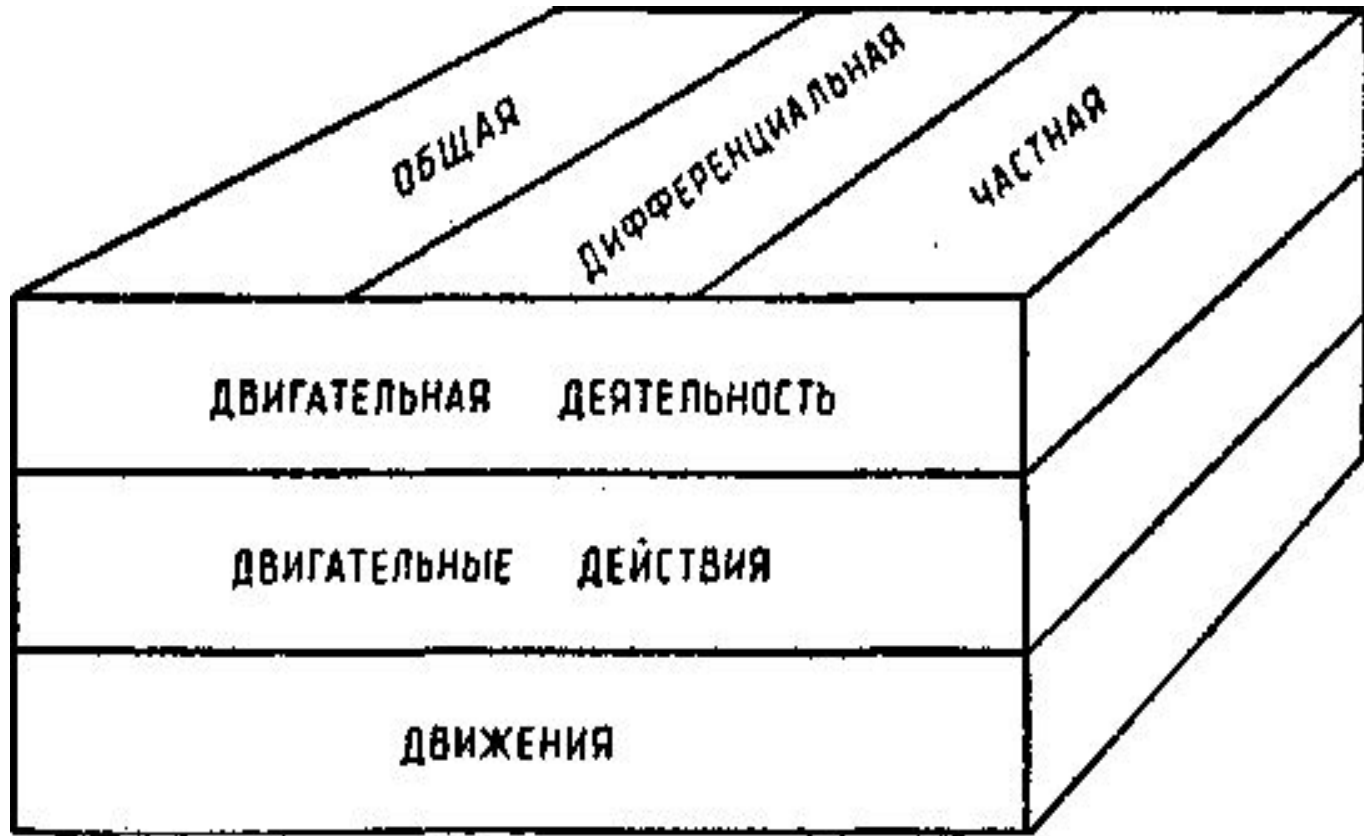
- Термин биомеханика составлен из двух греческих слов: *bios* – жизнь и *mechanike* – наука о машинах. Эта наука характеризуется применением основных принципов механики, т.е. науки о механических движениях материальных тел и взаимодействиях, происходящих при этом между ними, к живым организмам.
- Проще говоря, наука о движении с точки зрения механической физики. Но о движении не только ОДА, а любых частей организма, например тока крови, воздушного потока и т.д.

# Задачи спортивной биомеханики

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

# Классификация биомеханики

- *Общая* биомеханика решает теоретические проблемы и помогает узнать, как и почему человек двигается.
- *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.

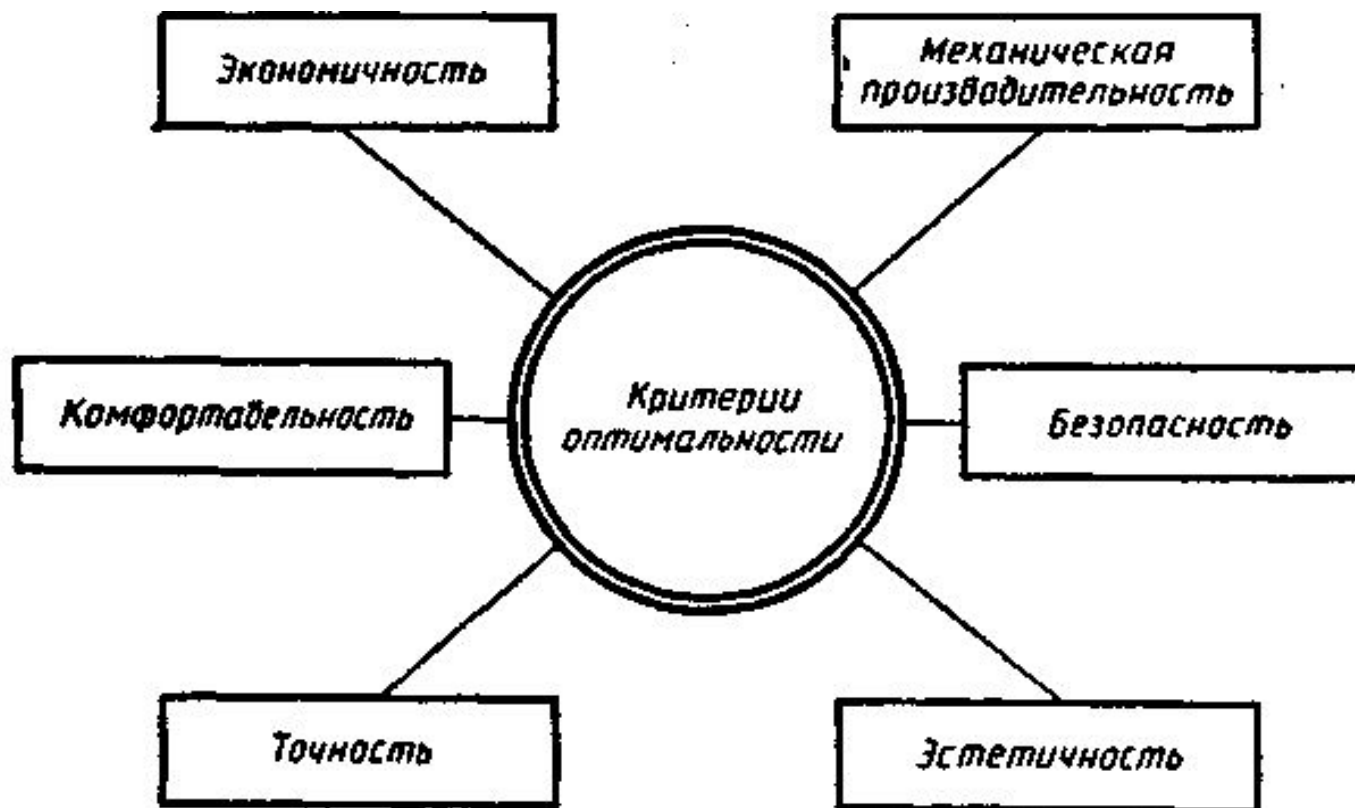




# Процедура анализа двигательной деятельности

- 1. Изучение внешней картины двигательной деятельности.
- 2. Выяснение причин, вызывающих и изменяющих движения.
- 3. Определение топографии работающих мышц. На этом этапе выявляется, какие мышцы и как участвуют в выполнении данного упражнения.
- 4. Определение энергетических затрат и того, сколько целесообразно расходуется энергия работающих мышц.
- 5. Выявление оптимальных двигательных режимов (наилучшей техники двигательных действий и наилучшей тактики двигательной деятельности).

# Цель биомеханики спорта – оптимальность движений



# Стоимости работы

Пульсовая стоимость работы:

$$ПС (1/м) = \frac{ЧСС (1/мин)}{60 * V (м/с)};$$

Энергетическая стоимость: Вт/(м/с) или Дж/м

$$КС = \frac{V_{O_2}}{60 * V}$$

где КС - кислородная стоимость метра пути (мл/мин)

$V_{O_2}$  - потребление кислорода (мл/мин)

$V$  - средняя скорость передвижения (м/с)

# Экономизация спортивной техники

- **Работа/энергию**
- Пути повышения экономичности:
  1. Снижение величины энергозатрат в каждом цикле (шаге).
  2. Рекуперация энергии, т.е. преобразование кинетической энергии в потенциальную и обратно.
    1.
      - а) устранением ненужных движений (качание из стороны в сторону в гребле);
      - б) устранение ненужных сокращений мышц. Это достигается концентрацией активности мышц, в легкости, свободе движений;
      - в) уменьшение сопротивления Среды;
      - г) уменьшение внутрицикловых колебаний скорости;
- Рекуперация - кинетическая энергия превращается в потенциальную энергию упругой деформации мышц, а накопленная потенциальная энергия идет на сообщение скорости телу и его подъем. Рациональное использование упругих сил мышц повышает экономичность работы в два раза.

# Суставы

- Два костных звена, соединенные суставом, образуют биокинематическую пару. Больше всего вращательных (шарнирных) пар. Винтовая пара (вращение с поступательным движением) только в голеностопном суставе. Совсем нет поступательных пар.
- Несколько биокинематических пар, соединенных последовательно, образуют биокинематическую цепь
- Биомеханическую систему суставов человека в целом можно представить как систему соединенных между собой рычагов, которые являются еще и маятниками...

# Степени свободы

- Тело может передвигаться относительно трех взаимно-перпендикулярных осей поступательно и совершать вокруг них вращательные движения.
- Если закрепить свободное тело в одной точке, то у него останется 3 степени свободы, т.к. оно может вращаться вокруг трех осей.
- Если закрепить еще одну точку, то тело будет иметь только одну степень свободы - вращение вокруг оси.
- Если закрепить еще одну точку, то тело будет закреплено неподвижно и совсем не будет иметь степеней свободы.
- В спортивной практике ограничивают число степеней свободы для рационального движения и экономии движения. Для экономии энергии нужно уменьшать число степеней свободы

# Утомление

- Различают умственное, эмоциональное и физическое **утомление**. Биомеханика рассматривает только физическое утомление.
- Фаза компенсированного утомления - когда спортсмен сохраняет интенсивность движения на прежнем уровне (например, скорость бега).
- Фаза декомпенсированного утомления - когда, несмотря на все старания, спортсмен не может сохранить необходимую интенсивность (например, турист, отставший от группы).
- В фазе компенсированного утомления скорость передвижения не снижается, а изменяется только техника движения. Наиболее часто уменьшается длина шагов, которая компенсируется возрастанием частоты

# Способы измерения

## ВЫНОСЛИВОСТИ

- Коэффициент выносливости - отношение времени преодоления всей дистанции ко времени преодоления короткого отрезка.
- Запас скорости - разность между средним временем преодоления эталонного короткого отрезка и лучшим временем на этом отрезке



# Коэффициент механической эффективности

$$КМЭ = \frac{N}{E} * 100\%$$

Мощность мышц/энергетический потенциал

При работе на велоэргометре	15 - 18 %
При ходьбе	18 - 20 %
Бег	20 - 30 %
Плавание	1 %
<b>У гепарда</b>	<b>70 - 75 %</b>

# Двигательные действия и управление ими

- При выполнении физических упражнений важное значение имеет самоконтроль на основе отчетливых двигательных представлений и понимания механизма движений. Например, построение системы движений (нового упражнения): рассказ о его выполнении, описание, объяснение динамики действия и создание зрительного образа.
- В результате создается **двигательное представление**. Следующий этап - **освоение, разучивание упражнения** (т.е. многократные повторения с коррекцией тренера).

# Удары

- В механике ударом называется кратковременное воздействие тел в результате которого резко возрастают их скорости.
- Различают три вида удара:
  - чисто упругий удар, вся механическая энергия сохраняется (потерь нет), наиболее близкий удар бильярдных шаров;
  - неупругий удар, энергия деформации полностью переходит в тепло, при этом скорости взаимодействующих тел после удара равны нулю.
  - частично упругий удар. Только часть энергии упругой деформации переходит в тепло. Характеризуется коэффициентом восстановления:

*$V$  после удара/ $V$  до удара*

# Перемещающие движения и точность

- Параллельное действие сил. В борьбе характерно взаимодействие правой и левой руки одновременно с бедром и др. звеньями.
- Последовательное действие силы. Цикл движений.
- В перемещающих движениях одна из основных задач - это придание максимальной скорости спортивному снаряду или рабочему (конечному) звену в данном движении.
- **Точность** двигательных действий имеет две разновидности: целевая точность и точность воспроизведения заданной внешней картины движений