

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ДОНБАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра методики викладання спортивно-педагогічних дисциплін**

## **ОСНОВИ БІОМЕХАНІКИ РУХУ**

**Методична розробка для самостійної роботи студентів**

Слов'янськ-Дніпро – 2023

### *Рецензенти:*

Холодний О.І. - кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри теоретичних, методичних основ фізичного виховання і реабілітації Державного вищого навчального закладу «Донбаський державний педагогічний університет».

Григоренко Г.В. - кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри методики викладання спортивно-педагогічних дисциплін Державного вищого навчального закладу «Донбаський державний педагогічний університет».

Біомеханіка руху: методична розробка для самостійної роботи студентів / Уклад.: С. М. Віцько. – Слов'янськ: ДВНЗ – «Донбаський державний педагогічний університет», 2023. – 33 с.

Методична розробка складена відповідно до навчальної програми з курсу «Біомеханіка фізичних вправ». У методичній розробці наведені стислі теоретичні відомості, завдання до лабораторних робіт і самостійної роботи студентів, питання до самоконтролю, список рекомендованої літератури. Розраховано на студентів і викладачів вищих педагогічних навчальних закладів.

Друкується за рішенням Вченої ради Державного вищого  
навчального закладу  
«Донбаський державний педагогічний університет» (протокол № 9  
від 29.06.2023 р. )

© ДДПУ, 2023

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. Предмет і завдання біомеханіки.....	4
2. Біомеханічні системи, що забезпечують рух людини.....	7
3. Біомеханічні характеристики при вивченні рухів людини.....	10
4. Рухові дії як системи.....	15
5. Біомеханічна структура фізичних вправ та спортивних рухів.....	17
6. Біомеханічні закономірності гімнастичних вправ.....	21
7. Біомеханічні закономірності легкоатлетичних вправ.....	24
8. Біомеханічні закономірності переміщення тіла людини з ковзанням у воді.....	26
ЛІТЕРАТУРА.....	33

## ВСТУП

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є вивчення студентами факультетів фізичного виховання педагогічних інститутів (університетів) історії розвитку біомеханіки, теорії та методики її викладання, набуття знань, умінь і навичок, необхідних для самостійної роботи з біомеханіки.

**Міждисциплінарні зв'язки:** основою бази навчальної дисципліни «Біомеханіка фізичних вправ з елементами динамічної анатомії» є анатомія людини, спортивна морфологія і спортивна метрологія, фізіологія спорту, валеологія.

Як наука, біомеханіка є основою для опанування студентами дисциплін професійно-орієнтованого циклу і повинна забезпечити природньо-наукову підготовку, необхідну для формування професійних умінь та навичок.

Основними завданнями даних методичних рекомендацій «Біомеханіка фізичних вправ з елементами динамічної анатомії» є:

1.Забезпечити теоретичну і практичну підготовку студентів до професійної діяльності вчителя фізичного виховання

2.Сприяти формування у студентів творчого світогляду вихованню педагогічного мислення та набуття системи теоретичних та практичних спеціальних знань.

Біомеханіка в циклі наук освітньо-професійної програми напрямку вищої освіти за професійним спрямуванням "Фізичне виховання і спорт", відноситься до блоку спеціально- теоретичних дисциплін і базується на знаннях анатомії людини, фізіології, спортивної морфології і спортивної метрології.

Як наука, біомеханіка має бути основою для опанування студентами дисциплін професійно-орієнтованого циклу і повинна забезпечити природньо-наукову підготовку, необхідну для формування професійних умінь та навичок.

## 1. ПРЕДМЕТ І ЗАВДАННЯ БІОМЕХАНІКИ

Біомеханіка - це наука про рухи тіла людини і тварин. Вона вивчає особливості пересування організму в просторі і в часі, визначає причини, що обумовлюють ці рухи, а також визначає рухові можливості організму.

Термін «біомеханіка» перекладається з грецької, як -біос|| – життя + -механе|| – знаряддя (механіка життя).

Закони механіки, щодо руху тіл, були виведені по відношенню до абсолютно твердого тіла. Але вони враховуються в практиці фізкультури і спорту. Тому біомеханіка вивчає рухи людини з точки зору законів механіки, але з урахуванням анатомо-фізіологічних особливостей живого організму.

У широкому науковому плані біомеханіка вивчає просторові рухи біологічних макро- та мікрооб'єктів. Незважаючи на те що біомеханіка вивчає переважно механічні форми рухів, вона не може не урахувати біологічні (насамперед анатомічні та фізіологічні) особливості об'єкта, котрий рухається (людина або тварина). Загальна біомеханіка біологічних об'єктів (зокрема, людини) вивчає загальні закономірності будови їхніх рухових систем, органів та їх рухів. Окремий напрям біомеханіки має забезпечити конкретні галузі рухової діяльності людини (біомеханіка трудових процесів, ергономічна біомеханіка, медична і клінічна біомеханіка, біомеханіка військової справи та космонавтики, біомеханіка рухової реабілітації та кінезитерапії, біомеханіка фізичного виховання та спорту тощо).

В існуючій сучасній системі наукових знань біомеханіці відводиться важливе місце. Фахівці сьогодні відносять її до найбільш значущих наук ХХІ століття. З цієї точки зору біомеханіка — галузь природничих наук, що на основі ідей та методів механіки вивчає фізичні якості біологічних об'єктів, закономірності їх адаптації до навколишнього середовища, поведінку

(навчання) та механічні рухи у них на всіх рівнях організації і у різних станах (включаючи періоди розвитку та згасання, а також при патологіях).

Найважливішими напрямками наукових досліджень у сучасній біомеханіці є:

- вивчення механічних якостей та структури клітин, біологічних рідин, м'яких та твердих тканин (біореологія), окремих органів і систем;
- вивчення руху біологічних рідин, тепло- і масопереносу, напруження та деформацій у клітинах, тканинах та органах;
- вивчення механіки руху клітини та субклітинних структур (мембрани, цитоплазми, війки тощо), включаючи мітотичні рухи, фагоцитоз, везикулярний транспорт;
- вивчення механіки опорно-рухового апарату (скелета, м'язів) людини та тварин;
- вивчення природних локомоцій людини та тварин (плавання, політ, наземні пересування), а також маніпуляційних рухів людини;
- вивчення фізичних основ, механізмів та виявлень управління (регуляції) у біологічних системах;
- вивчення фізичних основ психомоторики та закономірностей формування у людини і тварин складних рухових навичок та заданих моделей рухів і рухових дій;
- вивчення рухової діяльності операторів "людино-машинних" систем з метою раціоналізувати її, оптимізувати та підвищити ефективність;
- вивчення різних виявлень рухової активності та здібностей людини до розв'язання складних рухових завдань в екстремальних умовах (в орбітальних польотах, у відкритому космосі, у стратосфері, під водою, за умов наднизьких та надвисоких температур);
- розробка технологій і засобів (на основі фізичних методів) для дослідження якостей та явищ у живих системах для спрямованого впливу на них та їх захисту від впливу зовнішніх чинників;

- створення замінників органів та тканин (переважно для потреб медицини);
- розробка моделей ефективного розв'язання людиною складних рухових завдань у різній професійній (трудовій), військовій, космічній практиці, у мистецтві, фізичному вихованні та спорті;
- розробка методик та технологій ефективного навчання людини рухів та різних способів розв'язання складних рухових завдань;
- розробка технічних засобів (тренажерів) та іншого спорядження (у тому числі медичного обладнання та спортивного інвентаря), призначеного для відновлення тимчасово втрачених функцій (у медицині), а також для розширення й удосконалення рухових можливостей людини у різних видах її професійної (трудової), військової практики, фізичній культурі та спорті.

### **Ключові поняття**

- **Біомеханіка** – наука про закони механічного руху в живих системах.
- **Об'єкт пізнання біомеханіки** – рухові дії людини як системи взаємопов'язаних активних прямивань і положень його тіла.
- **Біомеханіка спорту** – це наука про закони механічного руху в біосистемах.

### **Питання для самостійної роботи:**

**Питання 1:** Зробити порівняльний аналіз рухів людини з рухами тварин.

**Питання 2:** Перелічити елементи спортивних вправ, які природно відповідають рухами тварини.

**Питання 3:** Проаналізувати еволюцію рухової діяльності людини та її вплив на динаміку спортивних результатів.

**Питання 1:** Що вивчає біомеханіка, як наука.

**Питання 2:** Які завдання виконує порівняльна біомеханіка?

**Питання 3:** Як здійснюється знання біомеханіки рухів у спортивній діяльності людини?

## 2. БІОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ РУХ ЛЮДИНИ

Рух є основою життєдіяльності людини. Різноманітні хімічні і обов'язкові фізичні процеси у клітинах тіла, робота серця й протягом крові, подих, травлення і виділення; переміщення тіла у просторі і частин тіла щодо одне одного; дуже складна нервова діяльність, що є фізіологічним механізмом психіки, сприйняття і аналіз зовнішнього й внутрішньої злагоди - усе це різноманітні форми руху матерії.

Основним умовою життя загалом є взаємодія живого організму з довкіллям. У цьому вся взаємодія істотною роль грає рухова діяльність. Тільки пересуваючись, тварина може знаходити собі їжу, боронити життя, виробляти потомство забезпечуватиме його існування. Тільки за допомогою різноманітних і складних рухів людина робить діяльність, спілкується коїться з іншими людьми, каже, пише тощо. Певним чином організована рухова діяльність є основою фізичного виховання і основним змістом спорту.

Найбільш елементарної формою руху матерії є механічне рух, тобто. переміщення тіла у просторі. Закономірності механічного руху вивчаються механікою. Предметом механіки як науки вивчення змін просторового розташування тіл і тих причин, чи сил, що викликають ці зміни.

Розкриваючи і описуючи умови, необхідних здійснення тієї чи іншої механічного руху, механіка є важливим теоретичної основою техніки, особливо техніки побудови різноманітних механізмів. Механічна думка можна використовувати і за вивченні механічних рухів людини.

Рухова діяльність людини практично здійснюється за участі всіх органів тіла. Проте безпосереднім виконавцем функції руху є руховий апарат, що з кісток, скелета, зв'язок і м'язів зі своїми іннервацією і кровоносними судинами. З механічної погляду, руховий апарат поєднує у собі робочу автомобіль і машину-двигун.



Пристрій рухового апарату предмет вивчення анатомії. Вивчення рухового апарату як машини-двигун виробляється, переважно, біохімією і фізіологією. Вивчення його як робочої машини є саме особливою науковою дисципліною - біомеханіка.

Біомеханіка - наука про закони механічного руху на живих системах. Вона вивчає руху від погляду законів механіки, властивих всім без винятку механічним рухам матеріальних тіл. Спеціальних законів механіки, особливих для живих систем немає.

Проте складність руху, і функцій, живого організму вимагає ретельного обліку анатомо-фізіологічних особливостей. Інакше не можна правильно використовувати закони механіки до вивчення складних рухів організмів. Нерідко те, що вигідно з погляду законів механіки, недоцільно, з урахуванням особливості будівлі та функцій живого організму.

Тож з погляду законів механіки, для більшої стійкості тіла вигідно надати його центру тяжкості нижче становище. Але гірськолижник стане застосовувати на нерівному схилі низьку стійку, т.я вона утрудняє амортизуючи роботу вже розтягнуті м'язів. Отже, закони механіки хоч і займають чільне місце у біомеханіці, але з можна використовувати не повідомляючи будівлі та функцій організму.

Як самостійна наукову дисципліну біомеханіка фізичних вправ повинна збагачувати теорію фізичного виховання, досліджуючи жодну зі сторін фізичних вправ - техніку. Разом про те, біомеханіка фізичних вправ безпосередньо є й практиці фізичного виховання. Так само як, наприклад, таке:

1) оцінка фізичних вправ з погляду їхньої ефективності у вирішенні певних завдань фізичного виховання (ФВ);

2) вивчення техніки ФУ як предмета навчання з виявленням головного й ведучого в рухах, забезпечує високий результат;

3) оцінка якості виконання ФУ, виявлення помилок, їх причин, наслідків і шляхів усунення;

4) вдосконалення спортивної техніки з узагальненням передового досвіду і його теоретичне обґрунтування;

5) вивчення особливостей кращих зразків спортивної техніки, як загальних всім, і тих, які залежить від індивідуальних особливостей фізичного розвитку;

6) вивчення функціональних показників фізичного розвитку з уточнення шляхів підвищення функціональних можливостей організму спортсмена.

### **Ключові поняття:**

- **Навантаженнями** – називають сили, прикладені до тіла й у сукупності викликають його деформації.
- **Кінематична пара** – це рухливе з'єднання двох ланок.
- **Важіль** – тверде тіло, що може під дією прикладених сил обертатися навколо опори (осі) у двох протилежних напрямках, а також зберігати своє положення.

### **Питання для самостійної роботи:**

**Питання 1:** З яких біоланцюгів складається тіло людини.

**Питання 2:** Які існують методи вивчення параметрів біосегментів тіла людини?

**Питання 3:** Які типи будови тіла людини ви знаєте?

**Питання 4:** Які типи будови тіла людини ви знаєте?

**Питання 5:** Які механічні властивості кісток і суглобів ви знаєте?

## **3. БІОМЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ВИВЧЕНІ РУХІВ ЛЮДИНИ**

Область вивчення біомеханіка - механічні й біологічні причини виникнення рухів, особливості їх виконання у різних умовах.

Руху частин тіла людини представляють собою переміщення у просторі і часу, які виконуються у багатьох суглобах це й послідовно. Руху на

суглобах за своєю формою і характерові дуже різноманітні, вони залежить від дії безлічі прикладених сил. Усі руху закономірно об'єднують у цілісні організовані дії, якими людина управляє з допомогою м'язів. Зважаючи на складність рухів людини, в біомеханіці досліджують і механічну, біологічну їх із боку, причому обов'язково жити у тісний взаємозв'язок.

Оскільки людина виконує завжди осмислені дії, його цікавить, як і досягти мети, наскільки добре і легко це діється у цих умовах. Щоб результат був кращим і нездатність досягти його було легше, людина свідомо враховує і який використовує умови, у яких треба діяти. З іншого боку, навчається понад цілком виконувати руху. Біомеханіка людини враховує ці його хист, ніж істотно відрізняється від біомеханіка тварин. Отже, біомеханіка людини вивчає також, який спосіб мислення та які умови виконання дій краще організувати і як опанувати ними.

У біомеханіці область вивчення визначається її завданнями. Загальна завдання охоплює всю область знання на цілому; приватні завдання важливі щодо конкретних питань рухів.

Загальна завдання вивчення рухів полягає у оцінці ефективності докладання їхніх зусиль задля досягнення поставленої мети.

Будь-яке вивчення рухів у кінцевому підсумку спрямоване те що, аби допомогти краще виконувати їх. Перш, ніж розпочати розробці кращих способів дій, необхідно оцінити вже існуючі. Звідси впливає спільне завдання біомеханіка, яка зводиться для оцінювання ефективності способів виконання досліджуваного руху. За такого підходу зіставляють те в рухах про те, що потрібно.

Біомеханіка досліджує, як отримана механічна енергія руху, і напруги може отримати робоче застосування (А.А.Ухтомский). Робочий ефект вимірюється тим, як використовується витрачена енергія. І тому визначають, які сили роблять корисну роботу, яке воно з походження, коли прикладені. Це ж має бути відомо про силах, що виробляють шкідливу роботу, знижує

ефективність корисних сил. Таке вивчення дає зробити висновки у тому, як збільшити ефективність дії. Це - загальна завдання. Під час її вирішення виникають багато приватні завдання, як що передбачають безпосередню оцінку ефективності, а й які з спільної справи і взагалі підлеглі.

Приватні завдання біомеханіка перебувають у вивченні і поясненні: а) самих рухів людини у тій чи іншій області, його рухової діяльності; б) рухів фізичних об'єктів, переміщуваних людиною, в) результатів рішення рухової завдання; р) умов, у яких здійснюються; буд) розвитку рухів людини (з урахуванням названих сторін) внаслідок навчання дітей і тренування.

1. За підсумками кінематики описують руху (просторову форму і характеру рухів), вивчаючи динаміку рухів, вплив сил з їхньої зміна, дають пояснення, знаходять причини особливостей руху.

2. Так само описують і пояснюють руху снарядів, залежать від рухів людини.

3. Необхідно зіставляти різноманітні варіанти виконання, сформовані на практиці, різну міру досконалості, яка від кваліфікації виконання й ін.

4. Руху часто виконуються в змінних умовах, характер зміни останніх також впливає руху. З огляду на умови зовнішні (все чинники зовнішнього оточення) та внутрішні (рівень підготовленості, вікові особливості та інших.), з одного боку виявляють, які умови сприяють ефективності, інакше кажучи, які потрібно створити умови. З іншого боку, визначають, як їм краще пристосуватися до заданим умовам, як їх використовувати.

5. За підсумками описи і пояснення рухів необхідно вказати шлях їх вдосконалення: як вивчати дійсність, а й перетворювати її.

Зміст науки становить сукупність накопичених знань, утворюють певну систему - теорію науки, і навіть шляху одержання цих знань - метод науки. І теорія і метод виражаються у поняттях і законах науки, притаманних неї, які розкривають неї давав.

У основі сучасного розуміння рухових дій закладено системно-структурний підхід, що дозволяє розглядати тіло людини, як рухливу систему, не бажаючи процеси руху - як що розвиваються системи рухів.

Теорія біомеханіки нині охоплює великі проблеми.

Особливості будівлі та властивості тварин організмів істотно впливають на закономірності їх рухів. Виходячи з цього, тіло людини сприймається як біомеханічна система. З давніх-давен органи опори і рух порівнюють із важелями. Раніше вказували тільки те, що, вивчаючи руху таких важелів, слід враховувати анатомо-фізіологічні особливості тіла людини. Наступним етапом у сенсі природи рухів було визнання специфіки біомеханічних систем, відмінних у принципі від твердих тіл чи систем твердих тіл. Ця специфіка змушує вивчати такі властивості біомеханічних систем, яких у штучних конструкціях, машинах, створюваних людиною. Тож у теорії біомеханіка проблему вивчення будівлі та властивості біомеханічних систем, і навіть їх розвитку.

Аби вирішити спільної справи біомеханіка необхідно вивчення специфічних особливостей самих процесів досягнення живого організму, що умов, які забезпечують ефективність докладання зусиль. Для рухів тварин характерно поєднання безлічі рухів у суглобах у єдине ціле - систему рухів. З цією пов'язано виникнення теоретично біомеханіка проблеми вивчення ефективності рухових дій, як систем рухів, їх особливостей та розвитку.

Надзвичайно важливе вивчення зміни рухів у процесі оволодіння руховими діями як системами рухів (руховими актами, прийомами виконання дій). Із цим пов'язана проблема вивчення закономірностей формування та вдосконалення рухів.

Метод біомеханіки - системний аналіз політики та синтез рухів з урахуванням кількісних характеристик, зокрема кібернетичне моделювання рухів.

Біомеханіка, як наука експериментальна, емпірична, спирається на дослідне вивчення рухів. З допомогою приладів реєструються кількісні характеристики, наприклад траєкторії швидкості, прискорення та інших., дозволяють розрізняти руху, порівнювати їх між собою. Розглядаючи характеристики, подумки розчленовують систему рухів на складові - встановлюють її складу. У цьому полягає системний аналіз.

Система рухів як єдине ціле - не просто сума її складових частин. Частини системи об'єднані численними взаємозв'язками, надають їй нові, не які у її частинах якості (системні властивості). Необхідно подумки представляти воно, встановлювати спосіб взаємозв'язку частин у системі - її структуру. У цьому полягає системний синтез.

Системний аналіз стану та системний синтез нерозривно пов'язані один з одним, вони взаємно доповнюються всистемно-структурном дослідженні.

Під час вивчення рухів у процесі розвитку системного аналізу та синтезу останніми роками дедалі ширше застосовується метод кібернетичного моделювання - побудова керованих моделей (електронних, математичних, фізичних та інших.) рухів і моделей тіла людини.

З застосуванням кожної нової методики, з накопиченням фактичних даних, з недостатнім розвитком суміжних областей знання (механіки, анатомії, фізіології, кібернетики) змінювалися критерії оцінки отриманих результатів, з'являлися умовиводи, висновки, поступово складаються до нового розуміння явищ і процесів. Теорія біомеханіка як узагальнення експериментальних даних у світі певних ідей розвивалася в кількох напрямках.

Механічне напрям. Механічний підхід до вивчення рухів людини дозволяє визначити кількісну міру рухових процесів, пояснити фізичну сутність механічних явищ, розкриває величезну складність будівлі тіла людини її рухів з погляду фізики.

### **Ключові поняття:**

• **Переміщення точки** – це просторова міра замін місця розташування точки в даній системі відліку.

- **Тривалість прямування** – це його тимчасова міра.
- **Ритм прямувань** – це тимчасова міра співвідношення частин прямувань.
- **Швидкість тоги** – це просторово-тимчасова міра прямування

**Питання для самостійної роботи:**

**Питання 1:** Чим відрізняється рухові вміння від рухових дій?

**Питання 2:** Дію яких сил на людину необхідно урахувати при прямуванні?

**Питання 3:** Як здійснюється взаємно пересування біолонцюгів тіла спортсмена у безопорному стані?

**Питання 4:** Які біомеханічні методи контролю техніки виконання обертових вправ ви знаєте?

#### **4. РУХОВІ ДІЇ ЯК СИСТЕМА**

При рішенні прямий завдання динаміки вводять початкову конфігурацію системи, і навіть вектор управління. Після чисельного інтегрування системи диференційних рівнянь знаходять кінцеву конфігурацію системи та кінематичні і динамічні траєкторії. Щоб під час вирішення були спотворені фізіологічні параметри, додають деякі обмеження на кінематику і надасть динаміки моделі. Наприклад, під час моделювання м'язової системи додають залежності " сила-швидкість " , " сила-довжина ". Для спрощення рішення системи диференційних рівнянь досить часто застосовують лінійні рівняння. При моделюванні, заснованому на інтегруванні диференційних рівнянь, необхідно знайти відповіді питанням: " Якими повинні прагнути бути початкові кінематичні і динамічні параметри, щоб механічна система перейшла вже з відомого положення у інше? "

При рішенні зворотної завдання динаміки відомою кінематиці перебувають сили-моменти, які рух. Особливу увагу в такому способі моделювання приділяється рівнянням. Вони мають якомога точніше описувати досліджуваний біологічний процес з урахуванням фізичних, анатомічних і фізіологічних параметрів. Наприклад, під час моделювання бігу на ковзанах враховуються сили аеродинамічного опору сегментів тіла і сили тертя ковзанів про лід. Для оцінки навантаження на м'язову систему використовують рівняння " сила-час " , " сила-швидкість " , " сила-довжина " , періоди електричної активності м'язів.

При рішенні як прямий, і зворотної завдання механіки припущення, які у основі побудови моделі тіла людини, такі:

- сегменти тіла людини (включаючи тулуб) абсолютно тверді;
- все суглоби ідеальні;
- довжини сегментів, становища центрів мас відомі;
- визначено лінійна і кутова кінематика ланок тіла;
- маси, тензор моментів інерції ланок тіла відомі;
- сили реакції прикладені в центрах обертання в суглобах;
- моменти управління є функціями сил реакцій між ланками, кутами, кутовими швидкостями;
- сили опору доквілля відомі.

Результатами багаторазового повторення моделі біологічного об'єкта з різними вхідними фізіолого-анатомічними параметрами, формами математичної зв'язок між складовими біологічної системи є:

- а) оптимальний варіант управління системою;
- б) найкращий режим функціонування;
- в) раціональний спосіб застосування сили;
- г) коригується поведінка реальної системи (наприклад, тактичні дії спортсмена на дистанції і
- д) робиться кращий вибір техніки рухів.



### **Ключові поняття:**

- **Система** – ціле, складане з взаємодіючих частин.
- **Організм** – системи органів, об'єданих в єдину систему
- **Кінематична структура** – це закономірності тимчасових відношень прямих.
- **Фазова структура** – це закономірність взаємодії фаз, що визначають цілісність системи.

### **Питання для самостійної роботи:**

**Питання 1:** Що означає слово «система»?

**Питання 2:** Назвіть види «систем»

**Питання 3:** Які види структур ви знаєте?

**Питання 4:** Як впливають особливості будови тіла на рухові можливості людини?

**Питання 5:** За допомогою яких біомеханічних методів здійснюється контроль техніки рухових дій?

## **5. БІОМЕХАНІЧНА СТРУКТУРА ФІЗИЧНИХ ВПРАВ ТА СПОРТИВНИХ РУХІВ.**

Біомеханічна структура системи кожної фізичної вправи є своєрідним стрижнем, на якому базується і розвивається решта його структурних елементів. Тому її виявлення, а в інших випадках і прогнозування, відтворення, синтез, програмування набувають великого практичного значення в процесі фізичного виховання.

Що ж входить в це поняття? Який його зміст? Відповіді на такі питання можуть бути знайдені в розкритті сутності самого поняття і структура".

Структура - це не тільки побудова і форма організації тієї чи іншої системи. Це, перш за все, закономірність взаємозв'язку між елементами, які забезпечують їх інтеграцію в єдине ціле - систему.

Якщо говорити про біомеханічну структуру фізичних вправ, то в першу чергу необхідно відповісти на запитання, що ж собою являють сим і їх елементи, які їх біомеханічні особливості та характеристики. Основним елементом кожної фізичної вправи є елементарний вільний суглобний рух, або ж елементарний рух всього тіла людини, виконаний у відповідний момент відносно зовнішніх систем відліку під дією системи сил.

Матеріальним субстратом (предметом, речовинною системою) руху є тіло людини, його руховий апарат.

Процес руху цього матеріального субстрату, як він і сам, описується біомеханічними характеристиками, об'єктивно відображуючим його природні (фізичні, біологічні та ін.) властивості.

Зараз у зв'язку з ускладненням завдань фізичного виховання спеціалісти все частіше звертаються до методів комп'ютерного програмування та моделювання рухів людини і фізичних вправ.

У всіх випадках вибір того чи іншого варіанту уявлення біомеханічної структури перш за все визначається завданнями використання кожної конкретної вправи в процесі фізичного виховання. Кожний варіант такого опису по-своєму хороший. І в той же час кожному варіанту притаманні тільки його недоліки.

На початковому етапі пізнання рухів людини переважали геометричні уявлення про рухи. Відсутність апаратних засобів виміру компенсувалася прямим спостереженням зовнішніх геометричних виявів рухів людини.

Винахід фотографії та кінозйомки внесли в оцінку рухів елементи кінематики (час, швидкість, прискорювання). В цей період почали складатися уявлення про фазову структуру рухів. Спеціалісти могли спостерігати безпосередньо на кіноекрані чи на кінограмі фазову послідовність розвороту чи

змінюваності у часі елементів кожної системи рухів. Таке уявлення здавалось абсолютно об'єктивним. Власне таким воно і було, але частково, тільки з геометричних позицій.

Не зважаючи на подальші успіхи біомеханіки, такі уявлення на довгий час вкоренилися в практиці фізичного виховання.

Існують вони серед багатьох спеціалістів і до сьогодні. Почасти це обумовлено відомою інертністю мислення, почасти - і ще порівняно милою доступністю широкої практики сучасних біомеханічних методів дослідження.

Спостерігаються також випадки, коли спеціалісти одержують достатній об'єм інформації про елементи біомеханічної структури, проте традиційних уявлень про фазовий склад як основний фактор інтеграції елементів не можуть об'єктивно оцінити фізичну вправу як біомеханічну систему - засіб педагогічної та фізичної взаємодії на організм людини.

Успіхи в розвитку методів біомеханічного аналізу фізичних вправ, використання апаратних інструментальних комплексів ЕОМ дозволяє одночасно реєструвати значну кількість тільки біокінематичних, але й біодинамічних характеристик. Серед сучасних досліджень були розкриті об'єктивні закономірності взаємозв'язку різних характеристик в системі кожної вправи. Це стимулювало розвиток методів біомеханічного моделювання рухів людини, моделювання фізичних вправ.

Одним із варіантів найбільш ефективних моделей фізичних вправ можуть бути так звані моноцільові багаторівневі (ієрархічні) моделі їх біомеханічної структури. На відміну від традиційних уявлень про біомеханічну структуру як набір фаз рухів, такі ієрархічні моделі структурної організації вправ дозволяють одержати системну, дійсно цілісну картину єдності всіх їх елементів. Причому основним критерієм, визначаючим системність, їх спільність, єдність елементів кожної вправи, є їх завальна цільова спрямованість, підпорядкування єдиній мсті. Тим більше, що цілком визначена мета переглядається як в усіх активних рухах людини, так і, звичайно, в усіх рухових діях та фізичних вправах.

При побудові кожного достатньо складного в координаційному відношенні руху, рухової дії, фізичної вправи людина обдуманно реалізує тільки мету (яка при вивченні може бути виражена біомеханічно кількісними характеристиками). Всі інші елементи біомеханічної структури реалізуються ніби автоматично, деякі - під дією м'язових сил, інші - під дією гравітації, інерції, реактивних та інших сил.

Якщо уявити таку рухову дію чи вправу як біомеханічну модель, то можна відобразити її графічно у вигляді своєрідної піраміди (чи дерева), на вершині якої знаходиться головна (генеральна) мета, на яку спрямовані всі елементи, досягнення чи недосягнення якої означає, відповідно вирішення чи не вирішення рухового завдання.

А як же фази вправи? Адже вони можуть бути виявлені кожним спостерігачем при прямому візуальному контролі. Яке місце вони займають у цій піраміді? Геометрична зміна подій, звичайно ж, має місце в кожній вправі. Однак, в залежності від характеру та призначення вправ, визначається і значення фазового складу в процесі досягнення її основної мети, в результаті чого відбувається вирішення рухової задачі. Власне, у багатьох випадках, наприклад, в окремих вправах художньої гімнастики та фігурного катання сам фазовий склад (чи його геометричні компоненти) може бути поставлений на вершину багаторушної піраміди - графічної моделі біомеханічної структури цих вправ.

Із сказаного видно, фазовий склад слід розглядати як один із елементів системи фізичної вправи.

Ті елементи, які не формують генеральну ціль (ГЦ) вправ, розташовуються рівнем нижче, в залежності від ступеня їх "внеску" в процесі досягнення ГЦ. Фактично кожний із них може розглядатися як елемент самостійної, проміжної цілі (підцілі), досягнення якої при реалізації вправ хоч і важливе, але не завжди обов'язкове (можна припустити, що до ГЦ можна прийти іншим шляхом, через інші підцілі).

Близькість рівня розміщення визначного елемента в графічній піраміді ("дереві цілей") тієї чи іншої вправи до рівня підвищення його ГЦ визначається ступенем (вагомим значенням) внеску кожного елемента в процесі досягнення ГЦ.

Елементарна вправа передбачає рухову дію, призначення якої вирішення рухової задачі, що може бути досягнута односуглобним рухом з реалізацією одного - трьох ступенів волі.

Прості вправи призначені для вирішення рухової задачі, яка забезпечується рухами двох чи більше суглобів одного біокінематичного ланцюга (наприклад, верхньої чи нижньої кінцівки).

При виконанні комплексних вправ вирішення рухової задачі забезпечується шляхом реалізації рухів одночасно в декількох біокінематичних ланцюгах рухового апарату.

Сукупність фізичних вправ, що дозволяють вирішувати важливі рухові задачі в кожному конкретному виді спорту, спеціалісти об'єднують в специфічне поняття, характерне для сучасного розвитку фізичного виховання, - спортивну техніку.

Техніка фізичних вправ - складне, збірне найменування різноманітних за своєю біомеханічною структурою, рухових дій, цілі яких орієнтовані на досягнення високих спортивних результатів.

### **Ключові слова:**

- **Рухова дія** – це узагальнені вимоги до рухової дії, що визначаються характером майбутньої дії і загальної послідовності його етапів.

- **Програма керування** – це склад і послідовність конкретних прямувань, необхідних для рішення задачі.

### **Ключові слова:**

- **Рухова дія** – це узагальнені вимоги до рухової дії, що визначаються характером майбутньої дії і загальної послідовності його етапів.

• **Програма керування** – це склад і послідовність конкретних прямунь, необхідних для рішення задачі.

#### **Питання для самостійної роботи:**

**Питання 1:** Дати визначення поняттю «нервова координація»

**Питання 2:** Дати визначення поняттю «м'язова координація»

**Питання 3:** Дати визначення поняттю «рухова координація»

**Питання 4:** Вплив статевих розходжень на структуру прямунь.

**Питання 5:** Вплив тренування на структуру прямунь.

## **6. БІОМЕХАНІЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ГІМНАСТИЧНИХ ВПРАВ**

Біомеханіка посідає особливе місце серед наук про фізичному вихованні і спорті. Вона служить ланцюгом між теорією та практикою від спорту ФК. Знаючи предмет біомеханіка, можливо побачити рух і відзначити його характеристики такі як: траєкторія, швидкість, сила.

Біомеханіка у спортивній гімнастики – одне із складних підвидів цієї дисципліни, оскільки руху, використовувани у гімнастиці складні, і вимагають різних підходів до вивчення. Тут розглядаються як статичні особливості рухів гімнаста, і кінематичні і динамічні.

Спортивна гімнастика, як та інші техніко-естетическіє видів спорту відрізняється двома особливостями – надзвичайним розмаїттям технічних елементів й своєрідним підходом для оцінювання майстерності, що визначається суддями, які простежують за змагальній діяльністю спортсменів. Фактично оцінюється кінематика (зовнішня картина) рухової діяльності, а динаміка і енергетика грають другорядну роль. Важливе місце у оцінюванні займає уявлення про естетичному ідеалі, змінюваному згодом.

Естетичність рухової діяльності визначається багатьох чинників, зокрема специфічними (несподіванка, оригінальність, відповідність «школі») і загальнобіологічними (економічність, точність). Наприклад, як гарне

сприймається таке виконання рівноваги, у якому не відбувається зайвих рухів, а поза обрано те щоб мінімізувати активність м'язів-антогонистів і, отже, витрати енергії для підтримки пози. За дотримання цих умов навіть найскладніші варіанти вправ на рівновагу виконуються зовні легко, хіба що без особливих зусиль і сприймаються, мов гарні.

У спортивної гімнастики гарно і граціозно їх необхідно виконувати складні вправи, потребують високої гнучкості і добре розвиненою мускулатури. Виконання оцінюється тим більша, що більше амплітуда рухів, що менше помітні коливальні руху тіла, і зусилля, яких коштує спортсмену утримання рівноваги. Тут допомагають не лише вправи, які вдосконалюють вестибулярний апарат, гнучкість і силові якості, а й «маленькі хитрості» – наприклад, і під час гімнастичних вправ на колоді – виворотна постановка стопи і захоплення бічних поверхонь колоди пальцями.

#### Рухові дії спортивної гімнастики

Локомоції у гімнастиці мають особливості. Так ходьба у гімнастиці (наприклад коли до снаряда) відрізняється легкістю і плавністю, коливання швидкістю ній зведені до мінімуму. Стрункість тіла підкреслюється поставою гімназистка: спина пряма, голова піднята.

Біг у гімнастиці має два різновиди: гімнастичний біг і розбіг. Мета розбігу – досягнення оптимальної швидкості до виконання наступного технічного елемента, наприклад стрибка.

Гімнастичний біг оптимізується по естетичності. Як і хореографії, він супроводжується різними рухами рук, голови і тулуба. Тим самим можливим засобами пластики передати різноманітні відтінки настрої і первісність почуттів. Хоча, зрозуміло, ще немає суворого наукового пояснення того емоційного впливу, який мають на людини рухові дії артистів балету, фігуристів тощо.

Рухи навколо осей, що їх в техніко-естетичних видах спорту, дуже видовищні хоча б тому, що демонструють можливості людини, котрі

виступають поза рамки звичних, повсякденних. Без багаторічної тренування не виконати стрибок з багатьма оборотами, складні обертання при зіскоку з поперечини тощо. Освоєнню подібних вправ допомагає знання біомеханічних закономірностей.

### **Ключові поняття**

- ЦМС – центр мас системи
- УРД – координаційно-рухові дії
- ЗЦМТ – загальний центр маси тіла.

### **Питання для самостійної роботи:**

**Питання 1:** Структура і різновидність рухів.

**Питання 2:** Топографія працюючих м'язів в статичних та динамічних вправ.

**Питання 3:** Що входить до структури елементів техніки гімнастичних вправ?

**Питання 4:** Які фізичні якості розвиваються при виконанні гімнастичних вправ.

**Питання 5:** Які методи контролю застосовують при вивченні техніки складно-координаційних вправ?

## **7. БІОМЕХАНІЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ЛЕГКОАТЛЕТИЧНИХ ВПРАВ**

Будучи «фундаментальними людськими рухами», ходьба і біг цікаві самі по собі. Але, крім того, зважаючи на свою загальнодоступності вони використовуються для вивчення загальних закономірностей циклічних локомоцій.

Коли говорять про фазовому складі рухової дії, мають на увазі рухи всього тіла (в даному випадку обох ніг). Але для розуміння механізмів ходьби потрібно знати, які елементарні дії виконуються кожною ногою. За часом вони не завжди співпадають з фазами ходьби. У періоді опори виконуються: амортизація, переكات з п'яти на всю ступню, відштовхування і переكات з усією



ступні на шкарпетку. У періоді перенесення нога спочатку згинається, а потім розгинається в колінному суглобі. З елементарних дій формуються фази.

При побудові кожного достатньо складного в координаційному відношенні руху, рухової дії, фізичної вправи людина обдуманно реалізує тільки мету (яка при вивченні може бути виражена біомеханічно кількісними характеристиками). Всі інші елементи біомеханічної структури реалізуються ніби автоматично, деякі – під дією м'язових сил, інші – під дією гравітації, інерції, реактивних та інших сил.

Якщо уявити таку рухову дію чи вправу як біомеханічну модель, то можна відобразити її графічно у вигляді своєрідної піраміди (чи дерева), на вершині якої знаходиться головна (генеральна) мета, на яку спрямовані всі елементи, досягнення чи недосягнення якої означає, відповідно вирішення чи невирішення рухового завдання.

А як же фази вправи? Адже вони можуть бути виявлені кожним спостерігачем при прямому візуальному контролі. Яке місце вони займають у цій піраміді? Геометрична зміна подій, звичайно ж, має місце в кожній вправі. Однак, в залежності від характеру та призначення вправ, визначається і значення фазового складу в процесі досягнення її основної мети, в результаті чого відбувається вирішення рухової задачі. Власне, у багатьох випадках, наприклад, в окремих вправах художньої гімнастики та фігурного катання сам фазовий склад (чи його геометричні компоненти) може бути поставлений на вершину багатоярусної піраміди – графічної моделі біомеханічної структури цих вправ.

В залежності від характеру його моноцілі кожна фізична вправа класифікується як елементарна, проста комплексна та складна.

Елементарна вправа передбачає рухову дію, призначення якої – вирішення рухової задачі, що може бути досягнута односуглобним рухом з реалізацією одного – трьох ступенів волі.

Прості вправи призначені для вирішення рухової задачі, яка забезпечується рухами двох чи більше суглобів одного біокінематичного ланцюга (наприклад, верхньої чи нижньої кінцівки).

При виконанні комплексних вправ вирішення рухової задачі забезпечується шляхом реалізації рухів одночасно в декількох біокінематичних ланцюгах рухового апарату.

Нарешті, в складних фізичних вправах моноціль досягається шляхом активного переміщення центру маси всього тіла людини у просторі відносно яких-небудь зовнішніх систем відліку.

Зазначені типи фізичних вправ можуть бути представлені в кожному класі (відповідно, серед оздоровчих, тренувальних, змагальних та показових вправ) та в усіх видах вправ. В залежності від моноціль та рухових задач, які вирішуються засобами фізичного виховання, в кожному окремому випадку підбирається режим виконання вправ, який також може відрізнитися біомеханічними параметрами, рухами, що до нього входять, і мати оздоровчу, тренувальну, змагальну та показову направленість.

Сукупність фізичних вправ, що дозволяють вирішувати важливі рухові задачі в кожному конкретному виді спорту, спеціалісти об'єднують в специфічне поняття, характерне для сучасного розвитку фізичного виховання, – спортивну техніку.

Техніка фізичних вправ – складне, збірне найменування різноманітних за своєю біомеханічною структурою, рухових дій, цілі яких орієнтовані на досягнення високих спортивних результатів.

#### **Ключові поняття:**

- **Ритм** – це комплексна характеристика рухів, яка виражає пропорційність їх елементів прикладених зусиллям у часі та просторі.
- **Стартові положення тіла** – це вихідні пози для наступного пересування, що забезпечують кращі умови для розвитку стартової сили.

- **Стартові прямування** – це перші прямування з вихідного положення, що забезпечують приріст швидкості після сигналу і переходу до поступового стартового розгону.

### **Питання для самостійної роботи:**

**Питання 1:** Які фази, цикли і періоди визначають в кінематичній структурі крокових рухів та бігу?

**Питання 2:** З яких елементів складаються крокові рухи?

**Питання 3:** На підставі яких параметрів здійснюється біомеханічний аналіз техніки метань та стрибків?

**Питання 4:** Які методи біомеханічного контролю використовують для визначення техніки бігових рухів?

**Питання 5:** Які методи контролю використовуються при моделюванні техніки метань та стрибків?

## **8. БІОМЕХАНІЧНІ ЗАКОНОМВРНОСТІ ПЕРЕЩЕННЯ ТІЛА ЛЮДИНИ З КОВЗАННЯМ ВОДИ**

Плавучість залежить цілої низки різних чинників. У тому числі: щільність води, морфотип людини, поза плавця у питній воді, особливості розташування підшкірного жиру, ступінь заповнення легких повітрям та інших. Плавучість розрізняють горизонтальну і вертикальну, позитивну і негативну. Що щільність води, тим більше плавучість.

Середня щільність тіла людини визначається співвідношенням кісткової, жировій і м'язової тканини. Найнижча щільність має жирова тканину. У плавців кількість і місцезнаходження жировій тканини забезпечує найкращу плавучість. Відсоткове співвідношення видів тканини безпосередньо виявляється у оптимальних рухових здібностях спортсмена.

Плавучість залежить від того показника життєємність легких

(ЖЕЛ ). У чоловіків -плавців ЖЄЛ становить 6 – 7 літрів; у жінок 5 – 5.5 літрів. Чим більший ЖЄЛ, тим більша плавучість. За повної глибокому вдиху змінюється обсяг тіла, а маса залишається колишньої, що навіть пояснюється вища плавучість, аніж за видиху.

Рівновага тіла то, можливо стійким і хистким. Неустойчивим становище буде тоді, коли загальний центр тяжкості (ОЦТ) виявиться розташованим вище загального центру тиску (ОЦД). Сили долучені до різним точкам і у різних вертикальних площинах, у своїй виникає момент обертання. Він тривати до того часу, поки сили ні діяти у одній вертикальній площині. Чим менший відстань між ОЦТ і ОЦД, то вище горизонтальне стійка польсько-українська рівновага.

Динамічний взаємодія тіла із жовтою водою залежить від швидкості його руху щодо води та зумовлено наявністю у ній сил внутрішнього тертя і тиску.

При русі тіла у питній воді розподіл тиску відрізняється з його розподілу є у рідини, що у спокої. У потоку виникають області підвищеного і зниженого тиску. Область підвищеного тиску утворюється того частини тіла, яка зустрічає (атакує) потік води, область зниженого тиску – позаду тіла, що образує вихор. Результируючий вектор сила води реакції води в наведеному прикладі перешкоджає просуванню плавця вперед; у випадках можна називати її силою гідродинамічного опору.

Аналогічна сила реакції води утворюватися і робочих поверхнях рук і ніг плавця під час гребків, наприклад на робочій поверхні пензля. Оскільки цю силу плавець використовує, щоб просувати себе вперед, спираючись про воду, називатимемо її силою реакції опори.

При русі тіла частки сусіднього шару взаємодіють із поверхнею. Таке взаємодії виникає опір тертя. Частинки водного середовища але виявляються рухливими щодо тіла: внаслідок тертя вони уповільнюють свій рух, до зупинки. Виникає так званий слипинг-ефект (звичайнісінький прилипання у поверхні). Через війну навколо рушійної тіла формується свого роду водний чохол,

рухомий разом із тілом, і гальмуючий його рух. При звичайному ковзанні людини у витягнуте становищі, руки вперед, обурення поширюється в різні боки приблизно 70 см..

При аналізі цього виду опору найчастіше розглядається структура «прикордонного шару» і її фізичне процеси, які тоді відбуваються. Саме цими характеристиками визначається величина сили тертя. Прикордонним шаром називається тонкий шар загальмованою води, утворений лежить на поверхні тіл. Під кордоном розуміють умовну лінію поверхні, де швидкість частинок прикордонного шару тіла стає рівної швидкості набегаючого тіла. На поверхні тіла спортсмена товщина прикордонного шару може становити кількох міліметрів.

Слід пам'ятати, що зниження опору сприяє більш обтічна форма, оптимальне становище тіла у питній воді, старанно підібраний купальний костюм й різні мастила. Існує думка, що у зниження опору впливає волосяний покрив тіла.

#### **Ключові поняття:**

- **Ритм** – це комплексна характеристика рухів, яка виражає пропорційність їх елементів прикладених зусиллям у часі та просторі.
- **Стартові положення тіла** – це вихідні пози для наступного пересування, що забезпечують кращі умови для розвитку стартової сили.
- **Стартові переміщення** – це перші прямування з вихідного положення, що забезпечують приріст швидкості після сигналу і переходу до поступового стартового разгону.

#### **Питання для самостійної роботи:**

**Питання 1:** Як залежить сила опору воду від швидкості пересування спортсмена?

**Питання 2:** Які фізичні властивості води ви знаєте?

**Питання 3:** Що таке рухові сили при взаємодії спортсмена з водним середовищем?

**Питання 4:** Які фізичні якості розвиваються при заняттях плаванням.

**Питання 5:** Які методи визначення кінематики рухів при аналізі техніки плавання можна використовувати?

### **Варіанти контрольних робіт з курсу «Біомеханіка»**

#### Варіант 1.

1. Предмет біомеханіки як науки про рухи людини. Зв'язок біомеханіки з іншими науками у вивченні фізичних вправ.
2. Ступені свободи руху й умови зв'язків біоланок. Дія одно - і багатосуглобових м'язів в умовах відкритого і замкненого біокінематичного ланцюга.
3. Визначення загального центра ваги тіла (ЗЦВТ) аналітичним методом.

#### Варіант 2.

1. Завдання біомеханіки фізичних вправ. Значення біомеханіки для теорії і практики фізичного виховання.
2. Біомеханічні особливості м'язової системи. Умови проявлення сили м'язів.
3. Визначення ЗЦВТ графічним методом.

#### Варіант 3

1. Етапи біомеханічного аналізу фізичних вправ.
2. Робота м'язів: переборююча, уступаюча, утримуюча. Груповий вплив м'язів. М'язиантагоністи і синергісти.
3. Визначення кутових швидкостей і прискорень в обертальних рухах.

#### Варіант 4.

1. Поняття оптимізації рухової діяльності. Критерії оптимальності в

біомеханіці.

2. Кінематичні характеристики рухів. Реєстрація кінематичних характеристик рухів і обробка даних реєстрації.

3. Визначення ступеня стійкості тіла

4. спортсмена в статичному положенні.

#### Варіант 5.

1. Складові біомеханіки фізичних вправ. Рухові дії як система рухів.

2. Біомеханічні особливості скелету людини. Види зовнішніх і внутрішніх впливів на скелет при рухах людини.

3. Визначення лінійних швидкостей і прискорень у поступальних рухах.

#### Варіант 6.

1. Поняття про біомеханічну систему людини, її структуру і склад. Класифікація біокінематичних пар і ланцюгів.

2. Способи реєстрації рухів у біомеханіці.

3. Складання хронограм за матеріалами кінозйомки фізичних вправ.

#### Варіант 7.

1. Осі, площини, напрямки і розмах рухів у з'єднаннях кісток.

2. Динамічні характеристики рухів. Реєстрація динамічних характеристик рухів.

3. Види рівноваги і їхні умови. Фактори, що сприяють утримувannya рівноваги.

#### Варіант 8.

1. Режими, види і різновиди роботи м'язів.

2. Енергетичні характеристики рухової діяльності.

3. Вибір раціональних способів виконання руху й оцінка якості виконання.

### Варіант 9.

1. Світлова реєстрація рухів і обробка отриманих даних. Поняття відносності рухів.
2. Поняття про центр ваги і центр об'єму людського тіла.
3. Побудова біокінематичної схеми фізичної вправи і траєкторії руху ЗЦВТ і ЦВ ланоктіла.

### Варіант 10.

1. Етапи біомеханічного аналізу фізичних вправ.
2. Біомеханічні особливості м'язової системи. Умови проявлення сили м'язів.
3. Визначення ЗЦВТ графічним методом.



## ЛІТЕРАТУРА.

### Базова:

1. Біомеханіка спорту : Підручник /Рибак О.Ю., Рибак Л.І., Виноградський Б.А. [та ін.]. – Львів : ЛДУФК ім. Івана Боберського, 2021. – 268 с.
2. Драчук С. П., Богуславська В. Ю, Сокольвак О. Г. Біомеханіка людини. Тлумачний словник-довідник. Вінниця : ТОВ «Твори», 2019. 400 с.
3. Заїкін А.В. Біомеханіка фізичних вправ: навчально-методичний посібник / А.В. Заїкін, Судак. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2019. – 264 с.
4. Основи біомеханіки руху: навчальний посібник / укл. А. В. Гакман. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2019. 144 с.
5. Соколова О.В., Омеляненко Г.А., Тищенко В.О. Біомеханіка фізичних вправ : навчальний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Фізична культура і спорт» освітньо-професійних програм «Фізичне виховання» і «Спорт». Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2020. 96 с.
6. Суріков В.Є. Біомеханіка рухових дій спортсмена. Навчально-методичний посібник – Дніпро: ПДАФКіС, 2019. – 94с

### Допоміжна:

1. Біомеханіка фізичного виховання і спорту : навч. посіб. / Носко М. О., Бріжати О. В., Гаркуша С. В., Бріжата І. А. Київ : [МП Леся], 2012. 286 с.
2. Біомеханіка спорту : навч. посіб. / [А. М. Лапутін, В. В. Гамалій, А. А. Архіпов та ін.]. – К. : Олімп. літ., 2001. – 320 с.

3. Кашуба В. О., Попадюха Ю. А. Біомеханіка просторової організації тіла людини: сучасні методи та засоби діагностики і відновлення порушень: монографія. К.: Центр учбової літератури, 2018. 768 с.
4. Попадюха Ю. А. Сучасні комплекси, системи та пристрої реабілітаційних технологій: навч. посіб. Ю. А. Попадюха. К.: Центр учбової літератури, 2018. 656 с