

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра фізичної реабілітації, спортивної медицини,
фізичного виховання і здоров'я

Біомеханіка і клінічна кінезіологія

Тема 3. АПАРАТУРНІ КОМПЛЕКСИ ТА ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ
БІОМЕХАНІКИ

Методичні рекомендації для практичних занять
студентів III курсу медичних факультетів
спеціальності «Фізична терапія, ерготерапія»

Запоріжжя

2019

Затверджено:

на засіданні кафедри фізичної реабілітації, спортивної медицини, фізичного виховання і здоров'я ЗДМУ протокол № 1 від 29.08.2019 р.

на ЦМР ЗДМУ протокол № від р.

Автори:

Дорошенко Е.Ю., доктор наук з фізичного виховання та спорту, професор кафедри фізичної реабілітації, спортивної медицини, фізичного виховання і здоров'я ЗДМУ;

Гурсьва А.М., кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент кафедри фізичної реабілітації, спортивної медицини, фізичного виховання і здоров'я ЗДМУ;

Черненко О.Є., кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент кафедри фізичної реабілітації, спортивної медицини, фізичного виховання і здоров'я ЗДМУ

Методичні рекомендації призначені для студентів, які навчаються за спеціальністю 227 «Фізична терапія, ерготерапія» ЗВО МОЗ України. Містять базові питання з біомеханіки та клінічної кінезіології, вивчення яких передбачено навчальною програмою з дисципліни «Біомеханіка і клінічна кінезіологія».

Тема №3. Апаратурні комплекси та вимірювальні системи біомеханіки

Обсяг аудиторних годин - 2

Мета заняття:

- 1) ознайомитися з організацією роботи та правилами техніки безпеки на заняттях із біомеханіки та клінічної кінезіології;
- 2) ознайомитись з методами реєстрації рухів;
- 3) вивчити вимоги до організації відеозйомки.

Матеріали та обладнання:

- пристрій, який може зробити по кадрову зйомку (відеокамера, фотоапарат, телефон);
- олівець;
- лінійка.

Студент повинен знати:

- організацію роботи та правила техніки безпеки на заняттях із біомеханіки та клінічної кінезіології;
- структуру блок-схеми вимірювальної апаратури;
- види датчиків вимірювальної системи;
- характеристику контактних методів вимірювання;
- характеристику безконтактних методів вимірювання;
- переваги й недоліки окремих методів реєстрації рухів.

Студент повинен вміти:

- виконувати правила техніки безпеки на заняттях із біомеханіки та клінічної кінезіології;
- розрізняти контактні та безконтактних методів вимірювання;
- розробити сценарій відео зйомки;
- розрахувати можливі просторові переміщення людини при виконанні фізичної вправи;
- згідно до інструкції підготувати до роботи прилад для зйомки та виконати зйомку.

Теоретичні відомості

1. Організація роботи та правила техніки безпеки на заняттях із біомеханіки та клінічної кінезіології.

При виконанні лабораторних робіт із біомеханіки та клінічної кінезіології необхідно дотримуватись вимог типової інструкції з техніки безпеки при роботі в кабінетах (лабораторіях) кафедри фізичної реабілітації, спортивної медицини, фізичного виховання і здоров'я ЗДМУ:

1. Дотримання вимог інструкції обов'язкове для студентів, які працюють у кабінетах (лабораторіях) кафедри фізичної реабілітації, спортивної медицини, фізичного виховання і здоров'я ЗДМУ.

2. Перебування сторонніх осіб у кабінеті під час проведення учбових занять дозволяється тільки з дозволу викладача.

3. Під час роботи у кабінеті студенти повинні постійно підтримувати порядок на робочих місцях.

4. Перед виконанням роботи необхідно добре засвоїти (вивчити за підручником або посібником) порядок її проведення. Слід дотримуватись усіх указівок викладача щодо правильного виконання окремих розділів роботи.

5. Категорично забороняється проводити самостійно будь-які досліди, що не передбачені даною роботою та навчальним планом.

6. При проведенні роботи забороняється використовувати прилади, які вийшли з ладу, а також прилади, що не мають прямого відношення до виконуваної роботи. Категорично забороняється користуватись приладами та обладнанням із пошкодженими корпусами, незаземленими та відкритими електроприладами (без захисних кожухів). Умикати в електромережу прилади (обладнання) слід тільки після дозволу викладача і під його наглядом. При використанні конкретного приладу слід дотримуватись правил техніки безпеки при роботі з ним.

7. Категорично забороняється їсти та пити в кабінеті (лабораторії), захарашувати проходи особистими речами (сумками, пакетами тощо), вносити в кабінет(лабораторію) сторонні речі.

8. При травмуванні, а також при поганому самопочутті студенти повинні негайно сповістити про це викладача.

9. Обов'язково після закінчення заняття прибирання робочих місць.

10. При виникненні у кабінеті (лабораторії) під час занять аварійної ситуації (пожежа, сторонні запахи, аварії водогону тощо) не допускати паніки і дотримуватись вказівок викладача.

2. Структура блок-схеми вимірювальної апаратури

Типова схема *вимірювальної системи* складається з таких блоків:



Рис. 1. Функціональна блок-схема вимірювальної системи:

C – об'єкт вимірювання

1 - сприйняття вимірювальної величини;

2 - перетворення вимірювальної інформації;

3 - розрахункові операції;

4 – передача вимірювальної інформації;

5 – відображення, аналіз та збереження інформації.

Перший – об'єкт вимірювання, це можуть бути діяльність різних функціональних системи організму, рухи людини, дії спортсмена в змаганнях або тренувальних заняттях тощо.

Другий блок – пристрій, що сприймає вимірювану величину. Для цього необхідний чутливий елемент засобу вимірювання – **датчик інформації**. Він сприймає інформацію і передає її в наступний блок – **перетворювач**. У ньому величина, яку вимірюють, перетвориться в електричну (гідравлічну,

пневматичну) величину на основі фізичного закону про зв'язок між ними. Тут же відбувається посилення сигналу.

Наступний блок призначений для обчислювальних операцій. Сприйняте датчиком значення фізичної величини після перетворення і посилення порівнюється з еталоном і через наступний блок – **блок передачі вимірювальної інформації** – передається на пристрій для її відображення (і, якщо потрібно, для зберігання й автоматичної обробки на ЕОМ).

3. Види датчиків вимірювальної системи

1. Датчики, що сприймають інформацію. Основне призначення датчиків – сприйняття фізичних величин, що характеризують вимірювані явища. Найбільш часто для цього використовують такі датчики:

- **фотодіоди** – вони використовуються в пристроях, за допомогою яких вимірюють час рухів;
- **реостатні датчики** – застосовуються в пристроях, за допомогою яких вимірюють амплітуду рухів у різних суглобах;
- **тензорезистори** – вони є чутливим елементом вимірювальної системи, за допомогою якої оцінюються динамічні показники рухів;
- **акселерометри** – призначені для вимірювання прискорень.

2. Характеристика перетворювачів інформації. Інформацію, сприйняту датчиками, необхідно перетворити у величину, придатну для подальшого аналізу. На це є багато причин: дуже різноманітні вхідні (вимірювані) величини; не для всієї з них є шкала мір; значні труднощі передачі вимірювань величини в її початковому вигляді.

Перетворення здійснюється за допомогою пристроїв, на виході яких формується сигнал, зручний для подальшого аналізу. Наприклад, зміна довжини провідника, викликана дією сили, перетвориться в електричну напругу. У процесі перетворення вимірювальної інформації відбувається і посилення сигналу, сприйнятого датчиком.

3. Обчислювальні операції у вимірювальній системі. Наступний блок вимірювальної системи здійснює обчислювальні операції. Оскільки вимірювання – це порівняння з еталонною мірою, зареєстрований сигнал нормується відповідно до обраної шкали. При цьому використовуються аналогові або дискретні методи обчислень.

Аналогові методи обчислень засновані на використуванні операційних підсилювачів, у яких здійснюються арифметичні операції.

Дискретні методи обчислень базуються на застосуванні двійкових елементів, які можуть приймати тільки логічні значення, «0» або «1».

4. Передача виміряної інформації. Для передачі результатів вимірювань використовуються телеметричні системи. З їх допомогою вимірювальна інформація передається по дротах або за допомогою радіохвиль.

Дротяна телеметрія застосовується переважно в лабораторних умовах; вона сполучає блок перетворення і попередньої обробки інформації з блоком її відображення. Висока перешкодостійкість дротяної телеметрії поєднується з істотним недоліком: дроти, що йдуть від спортсмена, заважають його діям.

Радіотелеметрія позбавлена цього недоліку, оскільки результати вимірювань передаються по радіо. Робиться це так: на людину (спортсмена) укріплюються датчики, підсилювачі і перетворювачі інформації, радіопередавач і антена. Усі ці пристрої дуже компактні, і людина (спортсмен) фактично не відчувають їх. Сигнали, що посилаються передавальним пристроєм, приймаються блоком, що складається з антени і приймача. Тут відбувається відображення, зберігання й автоматична обробка результатів вимірювань.

5. Представлення виміряної інформації. Розрізняються *дискретні* й *аналогові* форми представлення результатів вимірювань.

Аналогові прилади, що використовуються для безпосереднього відображення вимірювальної інформації, за їх допомогою одержують наочні діаграмні записи, які дають змогу аналізувати динаміку реєстрованого процесу.

Найбільш часто використовують реєстратори з безперервним записом. У них стрілка вимірювального пристрою жорстко сполучена з реєструючим механізмом. На кінці стрілки є пір'я з капілярним пристроєм, через яке подається спеціальне чорнило. У деяких випадках замість пір'я використовується сопло, через яке струмінь чорнила викидається під значним тиском. Можна використовувати і самописці з фотозаписом. У них світловий промінь проектується на рухому фотоплівку. Інерційність фото променю невелика, і тому з його допомогою можна записувати високочастотні процеси, які переважно і трапляються в спортивних вимірюваннях.

Друга форма представлення вимірювальної інформації – за допомогою **цифрових приладів**. У цьому разі результати вимірювань висвічуються на цифрових табло різного типу. Використовуються три типи цифрової індикації:

- 1) механічні прилади цифрової індикації;
- 2) оптичні цифрові прилади;
- 3) електронні цифрові прилади.

Останній тип приладів набув найбільшого поширення. У них індикація здійснюється світлодіодами або за допомогою рідких кристалів. Цифрові прилади дають змогу прочитувати вимірювальну інформацію в звичній і зручній для використання формі.

Автоматизація процесів вимірювання приводить до того, що для відображення і зберігання інформації використовується електронно-обчислювальна техніка. У таких випадках результати вимірювань:

- показуються (у вигляді графіка або цифр) на екрані дисплея;
- друкуються на бланку;
- записуються на магнітні диски для зберігання.

4. Класифікація інструментальних методів вимірювання кількісних характеристик рухів.



Рис. 2. Класифікація інструментальних методів вимірювання кількісних характеристик рухів

Практична частина заняття

Визначення методів реєстрації рухів: фото- та кінозйомка, кінограми рухових дій у системі координат.

Рух тіла вважають вивченим лише тоді, коли відомий спосіб визначення положення цього тіла у будь-який момент досліджуваного проміжку часу. З цією метою рух тіла реєструють.

При проведенні біомеханічних досліджень використовують різні методи реєстрації рухів і положень тіла.

Серед них особливе місце займають оптичні та електричні методи, які часто застосовуються у комплексі, доповнюючи один одного.

Фотографічний метод – один із найстаріших оптичних методів. Він використовується для оцінки статичних положень тіла людини, але може використовуватись і для дослідження окремих динамічних поз рухомого тіла.

Метод кінореєстрації досить тривалий час залишався основним методом дослідження рухів. Він забезпечував послідовну зйомку рухомих об'єктів на

кіноплівку. Кіноплівка являється матеріалом для виготовлення кінограм (рис. 3).

Кінограмами називають послідовні фотографічні зображення тіла при виконанні фізичних вправ. Кінограму друкують із негативної кіноплівки, при цьому вибирають тільки ті кадри, які містять інформацію про фази руху, про найскладніші та найважливіші елементи фізичної вправи і т.п. Кінограми являються документом, за яким проводиться оцінка поз, визначаються координати точок тіла та виконується *побудова біокінематичної схеми* досліджуваної фізичної вправи (руху).

На кінограмі всі відбитки положень і поз тіла повинні бути пронумеровані у відповідності з їх порядковим номером на кіноплівці. Крім того, на кінограмі обов'язково повинна бути вказана швидкість кінозйомки (частота кадрів).

Таким чином,

У біомеханічних дослідженнях кінокамера використовується як вимірювальний прилад, який дозволяє одночасно вимірювати не тільки просторові, але й часові характеристики руху.

Достатньо висока точність визначення координат точок та вимірювання інтервалів часу (особливо при використанні швидкісних кінокамер) являються основними перевагами кінометоду. До недоліків цього методу слід віднести високу вартість кіноплівки та затримку у часі перегляду відзнятого матеріалу через необхідність фотохімічної обробки кіноплівки.

Проблеми методу кінореєстрації, що обумовлені особливостями фотографічного процесу, можуть бути оперативно вирішені через запис та відтворенням рухів за допомогою відеотехніки. Проте суттєвою перешкодою для широкого застосування методу відеореєстрації у біомеханічних дослідженнях до останнього часу була низька роздільна здатність відеосистем, що приводило до виникнення, так званих, локалізаційно-кінематичних спотворень і проявлялось у розмиванні зображення фігури людини при

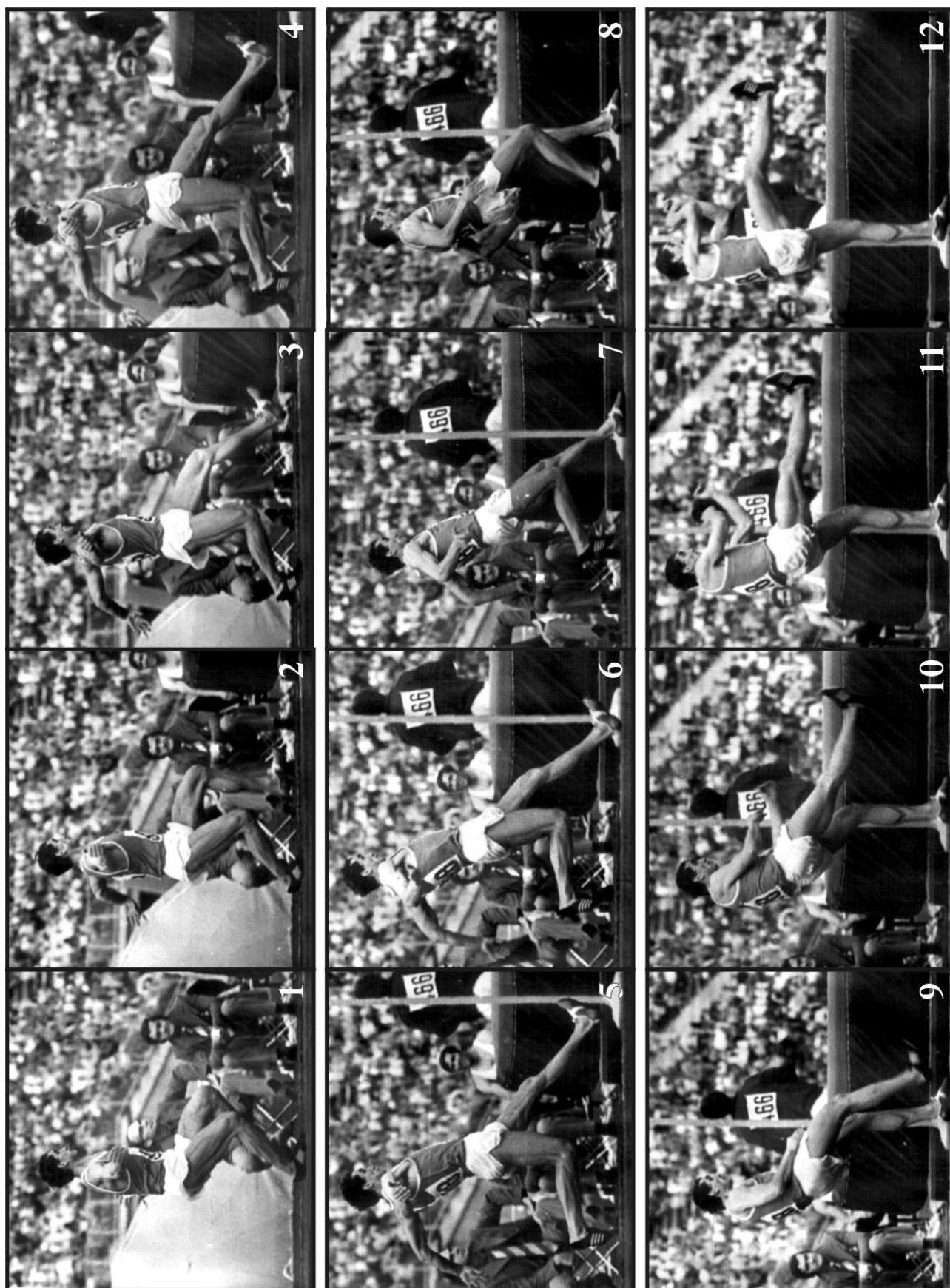


Рис. 3. Стрибок Р. Ахметова (кінограма В. Папанова, частота – 32 кадри/с).

швидких рухах. Це знижувало точність визначення координат, а також точність розрахованих значень швидкостей і прискорень точок тіла, тобто основних кінематичних характеристик руху.

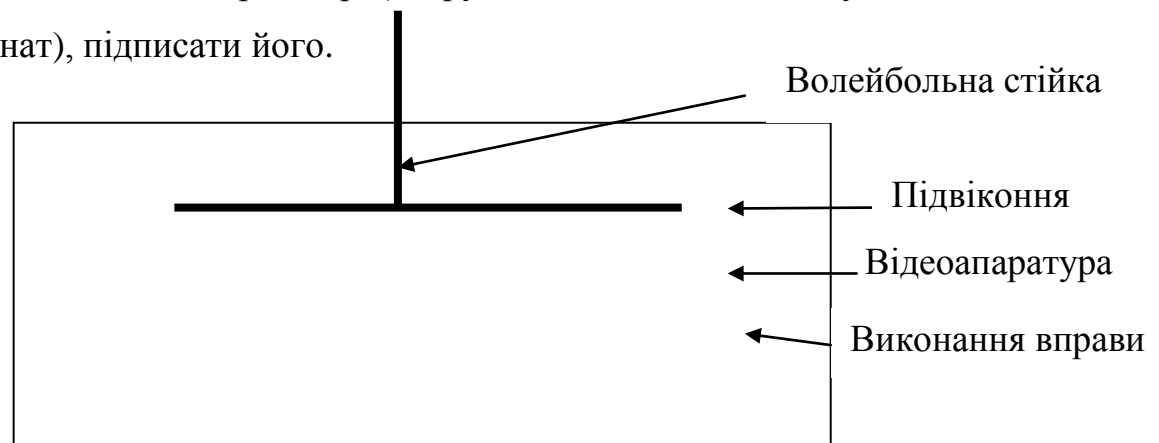
Інтенсивний розвиток відеотехніки та розробка апаратного й програмного комп'ютерного забезпечення дозволяють сьогодні проводити біомеханічні дослідження на якісно новому методичному рівні – рівні відео-комп'ютерного аналізу рухів із високою точністю реєстрації та швидкістю обробки даних.

Порядок виконання практичної роботи (в аудиторії)

1. За завданням викладача визначити об'єкт дослідження (фізична вправа).
2. Розробити сценарій відеозйомки.
3. Вибрати сцену зйомки.
4. Вибрати незмінний орієнтир.
5. Розрахувати можливі просторові переміщення людини при виконанні її фізичної вправи (на біговій доріжці, на ігровому майданчику і т.п.).
6. Скласти схему розміщення відеоапаратури та того хто виконує вправу.
7. Згідно до інструкції підготувати до роботи прилад для зйомки (відеокамеру, телефон): встановити бажану швидкість запису (по кадрах); натиснути кнопку Старт/Стоп для ініціювання запису; для припинення запису натиснути кнопку Старт/Стоп; запис зупиняється, прилад переходить у режим паузи запису.
8. Переглянути якість запису (як що запис не точна, перезняти).
9. Схематично записати виконання фізичної вправи людиною.
10. Зробити висновки.
11. Відповісти на контрольні питання.
12. Відповісти на тестові завдання.
13. Захистити практичну роботу.

Порядок виконання практичної роботи (в умовах карантину)

1. Уважно прочитати та законспектувати теоретичний матеріал.
2. Уважно, спочатку, прочитати порядок виконання практичної роботи!
3. Розробити сценарій відео зйомки (*уявіть, що ви її повинні провести!*) (хто за що відповідає, де повинен знаходитися оператор, де той хто виконує рух та незмінний орієнтир).
4. Вибрати сцену зйомки (наприклад кабінет фізичного терапевта, спортивний зал, стадіон тощо).
5. Вибрати незмінний орієнтир (не рухомий якийсь об'єкт, уявна система координат), підписати його.



Зйомка проходить у спортивному залі

6. Об'єкт дослідження (фізична вправа):
В.п. – основна стійка, руки назад;
1-випад правою, руки вперед;
2-приставити ліву, о.с., руки вгору.
7. Розрахувати можливі просторові переміщення людини при виконанні цієї фізичної вправи (щоб було гарно видно техніку виконання вправи. щоб нічого не мішало та не травмувало).
8. Скласти схему розміщення відеоапаратури та того хто виконує вправу (в сцені зйомки відмітити та підписати де буде стояти оператор або камера, пунктиром позначити площу захоплення зйомки та схематично (Рис. 4) зобразити виконання вправи людиною).
9. Уважно переглянути свою намальовану сцену зйомки.

- 10.Зробити висновки.
- 11.Відповісти на контрольні питання (усно).
- 12.Відповісти на тестові завдання (будуть відкрити для 5, 6 груп з 11:30! Для 2 групи з 09:30! Для 1, 3, 4 груп з 15:30!) Поставити позначку «ЗДАНО».
- 13.Завантажити фото зошита з виконаною практичною роботою з титульним листом у «Завдання».

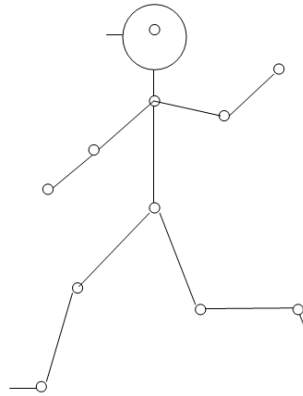


Рис.4. Зразок схематичного зображення людини

Контрольні питання

1. Розкрийте схему біомеханічного аналізу.
2. Дати характеристику кінометоду реєстрації фізичних вправ.
3. Що таке кінограма, як і з якою метою її виготовляють?
4. Дати характеристику методу відеореєстрації фізичних вправ.
5. Розкрити переваги й недоліки окремих методів реєстрації рухів.
6. Назвіть склад блок-схеми вимірювальної апаратури.
7. Охарактеризуйте види датчиків вимірювальної системи.
8. Дати характеристику контактних методів вимірювання.
9. Дати характеристику безконтактних методів вимірювання.
- 10.Особливості застосування акселерометрів.
- 11.Які методи реєстрації суглобових переміщень?
- 12.Що таке стабілографія, стабілограма? З чого складається стабілографічний вимірювальний комплекс?

Список рекомендованої літератури

Основна:

1. Андреева Р. Біомеханіка і основи метрології: навчально-методичний посібник / для здобувачів ступеню вищої освіти «бакалавр» денної та заочної форм навчання спеціальностей 6.010201. Фізичне виховання, 6.010202. Спорт, 6.010203. Здоров'я людини // Р. Андреева. – Херсон: ПП Вишемирський В. С., 2015. – 224 с.
2. Соколова О.В. Біомеханіка: навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Фізична культура і спорт» освітньо-професійних програм «Фізичне виховання» і «Спорт» / О.В. Соколова, Г.А. Омеляненко, В.О. Тищенко. – Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2017. – 96 с.

Допоміжна:

1. Інструментальні методи контролю у фізичному вихованні і спорті. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/2040537/>
2. Кедровський Б.Г., Матвій В.І., Маляренко І.В., Степанюк С.І. Інструментальні методи контролю. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 7.010103. ПМСО. Фізична культура. Спеціалізація: методика спортивно-масової роботи, туристична робота. – Херсон: Видавництво ХДПУ, 2002. – 40 с.