

Бурак Володимир

<https://orcid.org/0000-0003-2198-2464>

*Кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики,
доцент кафедри фізичної культури та методики її викладання,
Криворізький державний педагогічний університет,
(Кривий Ріг, Україна), burak_vі@ukr.net*

ЗМІСТ І МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ БІОМЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК У «БІОМЕХАНІЦІ»

Навчальну дисципліну «Біомеханіка» вивчають студенти, які здобувають ступінь вищої освіти «бакалавр» зі спеціальності «Середня освіта (Фізична культура)». Найбільшу складність для студентів спеціальності «фізична культура» при вивченні «Біомеханіки» становить розуміння, засвоєння і використання біомеханічних характеристик, до складу яких входять біокінематичні, біодинамічні та біоенергетичні характеристики. Ретельний аналіз показує, що сучасні навчальні посібники [1–5], [7–9] надають певні відомості про основні біомеханічні характеристики, але не забезпечують повноцінного науково виваженого їх розкриття та якісного розуміння і засвоєння студентами. Існує нагальна потреба удосконалити зміст і методику вивчення біомеханічних характеристик.

Мета статті – розкрити авторський варіант науково виваженого удосконалення змісту і методики вивчення біомеханічних характеристик на доступному для студентів рівні.

Методи дослідження: теоретичний метод дослідження при критичному аналізі сучасних навчальних посібників; емпіричний метод при апробації авторського змісту і методики вивчення біомеханічних характеристик.

Наукова новизна: удосконалено класифікацію біомеханічних характеристик за трьома групами: біокінематичні, біодинамічні, біоенергетичні; розроблено науково виважений зміст і методику вивчення біомеханічних характеристик.

Висновки. 1. Ретельний аналіз здобутків і недоліків традиційних змісту і методики вивчення біомеханічних характеристик свідчить, що сучасні навчальні посібники надають певні відомості про основні біомеханічні характеристики, але не забезпечують повноцінного науково виваженого їх розкриття та якісного розуміння і засвоєння студентами. 2. Удосконалена класифікація біомеханічних характеристик за трьома групами: біокінематичні, біодинамічні, біоенергетичні. 3. Запроваджені авторські зміст і методика розкриття основних законів біомеханіки і біомеханічних характеристик, які забезпечують повноцінне науково виважене розкриття навчального матеріалу на доступному для студентів рівні.

Ключові слова: біомеханіка; біомеханічні характеристики; зміст і методика навчання.

Постановка проблеми. Навчальну дисципліну «Біомеханіка» вивчають студенти, які здобувають ступінь вищої освіти «бакалавр» зі спеціальності «Середня освіта (Фізична культура)». У цій статті висвітлена насамперед «Біомеханіка фізичних вправ», як основа «Біомеханіки». Згідно навчальної програми Криворізького державного педагогічного університету, «Біомеханіку», яка має статус нормативної навчальної дисципліни, вивчають у 5-му семестрі на 3-му курсі. Як показує навчальна практика, переважна більшість студентів на цей момент дуже погано володіють залишковими знаннями з механіки зі шкільного курсу фізики, які вкрай потрібні для якісного опанування «Біомеханіки». Найбільшу складність для студентів становить вивчення біомеханічних характеристик, до складу яких входять біокінематичні, біодинамічні та біоенергетичні характеристики. Існує нагальна потреба удосконалити зміст і методику вивчення біомеханічних характеристик. При цьому необхідно забезпечити повноту розкриття всіх біомеханічних характеристик на науково виваженому та доступному для студентів рівні.

Аналіз сучасного стану вивчення біомеханічних характеристик. Розуміння і знання студентами біомеханічних (біокінематичних, біодинамічних і біоенергетичних) характеристик є необхідною умовою для якісного повноцінного опанування всіх тем «Біомеханіки». Тому важливе значення має повноцінне науково виважене розкриття біомеханічних характеристик на доступному для студентів рівні у навчальних посібниках.

Сучасні навчальні посібники і курси лекцій з Біомеханіки [1-5], [7-9] дають можливість студентам отримати певні відомості про основні біомеханічні характеристики. Але, ретельний аналіз показує, що зміст і методика розкриття біомеханічних характеристик у навчальних джерелах не забезпечують їх якісного розуміння і засвоєння студентами. Окреслимо головні невирішені проблеми, враховуючи попередню авторську публікацію [6, 1-3].

1. Аналіз класифікації біомеханічних характеристик. Насамперед зупинимось на класифікації біомеханічних характеристик, яка тісно пов'язана зі змістом і структурою навчального матеріалу. Автори посібників [3, 10-25] і [9, 21-39] та курсу лекцій [4, 1-7] виокремлюють у структурі змісту три групи біомеханічних характеристик, а саме: біокінематичні, біодинамічні, біоенергетичні характеристики.

Але здебільшого в посібниках виокремлюють тільки дві групи характеристик: біокінематичні, біодинамічні [1, 128-129], [2, 18-31], [5, 17-47], [7, 21-34], [8, 9-38]. Автори цих посібників наприкінці структурної одиниці змісту, присвяченій біодинамічним характеристикам, висвітлюють і біоенергетичні характеристики. Тим самим не виокремлюють біоенергетичні характеристики, а відносять їх до біодинамічних. Отже, необхідно науково обґрунтувати вибір повноцінної класифікації біомеханічних характеристик і відобразити її в змісті й структурі навчального матеріалу.

2. Аналіз повноти розкриття біомеханічних характеристик. Велике значення має повнота розкриття біомеханічних характеристик, яка стосується насамперед того, чи розглянуто всі основні біомеханічні характеристики і чи розкриті вони на достатньому рівні.

У навчальному посібнику [1, 125-140] біомеханічні характеристики згруповано у зручну блок-схему, але жодна з характеристик не описана (зовсім нема означень, позначень величин, одиниць вимірювання і фізичних формул). Окремі з характеристик є в конкретних темах і на практичних заняттях, які стосуються фізичної підготовленості спортсмена [1, 93-106], топографії тіла людини [1, 140-148], опорно-рухового апарату людини і важелів біомеханічної системи [1, 150-160], біомеханічні особливості рухової діяльності спортсменів: побудова траєкторії руху за кінограмою, визначення лінійних і кутових переміщень, положення загального центру мас людини, моменту інерції людини, ступеня стійкості людини, кінематичних характеристик обертового руху людини [1, 164-217]. Звичайно, це надає студентам певні знання про біомеханічні величини. Але цього явно недостатньо.

У курсі лекцій [4, 1-7] біомеханічні (біокінематичні, біодинамічні, біоенергетичні) характеристики описані тільки словесно з означеннями і короткими поясненнями, але без відповідних позначень і формул, а то й без одиниць вимірювання окремих характеристик. Але ж без позначень біомеханічних характеристик і формул для них, суттєво знижується розуміння, засвоєння і використання студентами біомеханічних характеристик на практиці.

У навчальному посібнику [2, 18-31] коротко розкриті основні біокінематичні, біодинамічні та біоенергетичні характеристики з їх позначеннями, одиницями і відповідними формулами в темі «Біомеханічна характеристика рухів людини». Також окремі біомеханічні характеристики фігурують у лабораторних роботах [2, 53-103]. Крім того, студенти самостійно опрацьовують за шкільним підручником 43 питання з механіки [2, 104-105].

У навчальному посібнику [7, 21-34] коротко розкриті основні біодинамічні та біоенергетичні характеристики з їх позначеннями, одиницями і відповідними формулами. Біокінематичні характеристики описані дуже коротко і частково розкриті з позначеннями, одиницями і формулами в темі «Характеристика рухів людини» [7, 85-94]. Також окремі біомеханічні характеристики фігурують у лабораторних роботах [7, 134-163] і на практичних заняттях [7, 164-188]. Крім того, всі біомеханічні величини з їх позначеннями, одиницями і формулами приведені у формі таблиці в Додатку [7, 195-197].

У навчальному посібнику [5, 17-47] більш повно розкриті біокінематичні, біодинамічні та біоенергетичні характеристики з їх позначеннями, одиницями і відповідними формулами для поступального й обертового рухів у розділі «Біомеханічний аналіз». Основні біокінематичні характеристики більш детально розкриті в розділі «Вимірювання біокінематичних характеристик» [5, 141-177]. У розділі «Біостатика людини» [5, 182-200] ретельно розкриті різні методи визначення загального центру тяжіння (центру мас) тіла людини та центру тяжіння (центру мас) окремих ланок тіла людини. Основні біодинамічні та біоенергетичні характеристики більш детально розкриті в розділі «Вимірювання біодинамічних характеристик» [5, 203-229]. Здійснено також сумісне використання окремих біокінематичних, біодинамічних та біоенергетичних характеристик здійснено [5, 232-278]. У всіх зазначених розділах практичного спрямування широко використовуються відповідні таблиці, рисунки і графіки, що не тільки посилює повноту розкриття фізичного змісту матеріалу, але й суттєво спрощує його розуміння студентами.

У навчальних посібниках [8, 9-38] і [9, 21-39] основні біокінематичні, біодинамічні та біоенергетичні характеристики з їх позначеннями, одиницями і відповідними формулами розкриті більш повно і структуровано, ніж у інших посібниках. Приведені окремі графіки, які посилюють розкриття фізичного змісту біомеханічних характеристик. Також окремі біомеханічні характеристики суттєво конкретизуються при вивченні тем: «Біомеханічні особливості м'язового скорочення» [8, 39-45], [9, 42-49]; «Біомеханічні аспекти силових і швидкісних якостей» [8, 46-54], [9, 52-62] (в обох темах є і відповідні графіки, які сприяють кращому розкриттю фізичного змісту біомеханічних характеристик); «Ергометрія...» [8, 55-56],

[9, 65-66]; «Біомеханічні аспекти енергетики фізичних вправ» [8, 58-59], [9, 69-71]; «Біомеханічні особливості рухового апарату людини» [8, 76-84], [9, 93-103] «Біодинаміка рухових дій. Опір середовища рухові тіла» [8, 85-92], [9, 106-116] «Біомеханічні основи обертових рухових дій та стійкості тіла людини» [8, 93-106], [9, 119-136] «Біомеханіка локомоторних рухових дій» [8, 107-116], [9, 139-147].

Аналіз навчальних посібників засвідчує, що навіть у більш якісних із них розкриті не всі основні біомеханічні характеристики на достатньому рівні. Отже, виникає потреба покращити повноту розкриття біомеханічних характеристик і врахувати це у змісті «Біомеханіки».

3. Аналіз наукової виваженості розкриття біомеханічних характеристик. Архіважливим є питання науково виваженого розкриття усіх біомеханічних характеристик з точки зору фізики. Аналіз показує, що в усіх зазначених навчальних джерелах [1-5], [7-9] є не тільки описки в тексті й формулах, але й принципи фізичні помилки.

Часто наявна плутанина між скалярними й векторними величинами: а) відсутність векторного позначення, там де воно потрібне; б) помилкове використання вектора для скалярної величини; в) інколи взагалі не вказують якою є розглянута характеристика, скалярною чи векторною;

г) по обидві сторони від знаку дорівнює у формулах зустрічаються різнотипні величини: з однієї сторони – вектор, а з іншої – скаляр (повинні бути однотипні величини по обидві сторони від знаку дорівнює – або скалярні, або векторні);

д) використання скалярного добутку векторів замість векторного їх добутку; е) використання абсурдного ділення вектора на вектор.

Окремі означення біомеханічних величин некоректні з точки зору фізики. Інколи біомеханічні характеристики вводять невірно. Так, у джерелах [2, 24], [4, 5], [5, 30], [7, 24] масу вводять за формулою $m = F/a$, де F – це сила, що діє на тіло, a – прискорення, з яким рухається тіло. Ця формула математично правильна, але вона не є означенням (дефініцією) маси. Навпаки, спочатку треба ввести масу m , яка характеризує інертність тіла, а потім ввести силу за формулою $\vec{F} = m\vec{a}$. Більше того, у зазначеній формулі для маси у посібниках [5, 30] і [7, 24] використовують абсурдну операцію ділення вектора на вектор.

Часто змішують між собою силу тяжіння $\vec{F}_{\text{тяж}}$ і вагу тіла \vec{P} чи називають силу тяжіння некоректним терміном «сила ваги» [2, 28], [3, 21], [4, 10], [5, 30], [7, 30], хоча це різні сили за природою і діють на різні тіла. Крім того, інколи змішують між собою силу тяжіння чи вагу тіла з масою тіла [4, 10], що є принциповою помилкою. Є й інші біомеханічні характеристики, які пояснені не зовсім коректно з позицій фізики. Значить, існує потреба в подальшому науково виваженому розкритті усіх біомеханічних характеристик з точки зору фізики.

4. Аналіз доступності навчального матеріалу для студентів. Ще одним проблемним моментом є доступність навчального матеріалу для студентів спеціальності «фізична культура», особливо з урахуванням того, що найбільшу складність для них становить розуміння і засвоєння саме біомеханічних характеристик. У зв'язку з цим відмітимо, що в посібниках [2, 18-31], [5, 24-36], [7, 21-34], [8, 9-38] цілий ряд біомеханічних характеристик одразу вводять через похідну чи через інтеграл, що кардинально ускладнює розуміння матеріалу студентами. Зрозуміло, що для повноцінного і науково виваженого розкриття значної кількості біомеханічних характеристик не обійтися без похідних та інтегралів. Але чи варто їх використовувати на самому початковому етапі ознайомлення студентів з цими біомеханічними характеристиками? На думку автора цієї статті, методично доцільніше рухатися від простішого до складнішого.

Отже, ретельний аналіз показує, що зміст і методика вивчення біомеханічних характеристик у навчальних джерелах не забезпечують повноцінного науково виваженого їх розкриття та якісного розуміння, засвоєння і використання студентами.

Мета статті – розкрити авторський варіант науково виваженого удосконалення змісту і методики вивчення біомеханічних характеристик на доступному для студентів рівні.

Методи дослідження. Застосовано теоретичний метод дослідження при критичному аналізі сучасних навчальних посібників для студентів-бакалаврів з навчального предмету «Біомеханіка». Використано також емпіричний метод при апробації авторського змісту і методики вивчення біомеханічних характеристик у Криворізькому державному педагогічному університеті.

Результати дослідження

1. Класифікація біомеханічних характеристик. Біомеханічні характеристики поділяємо на три групи: біокінематичні, біодинамічні, біоенергетичні [6, 3-5]. Біокінематичні характеристики стосуються біокінематики і описують рух тіла (людини та окремих частин її тіла чи спортивного снаряду) без аналізу причин руху. До біокінематичних характеристик відносяться: траєкторія, шлях, переміщення, час, швидкість, кутова швидкість, прискорення, кутове прискорення та ін. Біодинамічні характеристики стосуються біодинаміки і несуть інформацію про масу і сили, що діють на тіло (людину та окремі частини її тіла чи спортивний снаряд), та про інші фізичні величини, які є причиною зміни рухів тіла (різні види сил, імпульс тіла, момент інерції тіла, момент сили, момент імпульсу тіла та ін.). Біоенергетичні характеристики механічна робота, потужність, енергія та ін. стосуються енергоефективності рухів і рухових дій людини.

Важко погодитися з тими, хто виокремлює тільки дві групи характеристик: біокінематичні та біодинамічні, а біоенергетичні характеристики відносять до біодинамічних [1, 128-129], [2, 18-31], [5, 17-47], [7, 21-34], [8, 9-38]. Оскільки біоенергетичні характеристики доповнюють не тільки біодинамічні (механічна робота виражається через силу, потенціальна енергія тіла піднятого над поверхнею землі враховує силу тяжіння, тощо), але й виражаються через біокінематичні характеристики (в формулу для роботи входить переміщення, формула для кінетичної енергії містить швидкість, формула для потужності містить час), та мають свою «енергетичну» специфіку, то вони становлять окрему групу характеристик.

Зміст розділу «Біомеханічні характеристики» ми компонуємо у трьох темах: «Біокінематичні характеристики», «Біодинамічні характеристики», «Біоенергетичні характеристики», наповнення яких прослідковується в наступному пункті статті.

2. Повнота розкриття біомеханічних характеристик. Насамперед, ми повноцінно розкриваємо всі основні біокінематичні, біодинамічні, біоенергетичні характеристики. Причому, значна їх кількість потім використовується і поглиблюється на практичних заняттях.

Біокінематичні характеристики: 1) означення біокінематики, механічний рух, види механічного руху, матеріальна точка, траєкторія, система відліку, три способи описання руху (звичайний (траєкторний), координатний, векторний), основне завдання біокінематики;

2) біокінематичні характеристики поступального руху просторові (шлях, переміщення, проекції переміщення), часові (час, момент часу, інтервал часу, темп рухів, ритм рухів, фаза руху), просторово-часові (швидкість шляхова, швидкість за переміщенням, миттєва швидкість, середня швидкість шляхова і за переміщенням; закон Галілея для додавання переміщень і швидкостей, прискорення, середнє прискорення, миттєве прискорення, дотичне (тангенціальне) прискорення, нормальне прискорення, повне прискорення);

3) біокінематичні характеристики обертового руху просторові (кут у радіанах), часові (період обертання, частота обертання), просторово-часові (кутова швидкість, миттєва кутова швидкість; кутове прискорення).

Біодинамічні характеристики: 1) означення біодинаміки, основне завдання біодинаміки; 2) біодинамічні характеристики поступального руху: явище інерції, перший закон Ньютона, інерціальна система відліку, інертність тіла, маса, центр маси тіла, сила, рівнодійна сил, другий закон Ньютона, третій закон Ньютона; види сил у біомеханіці: сила тяжіння, закон Всесвітнього тяжіння, прискорення вільного падіння; сила пружності, закон Гука, сила реакції опори, сила натягу, вага тіла (у тому числі невагомість); сила тертя (спокою, ковзання, кочення); сили в гідроаеромеханіці: виштовхувальна сила Архімеда і центр об'єму тіла, сила опору середовища і центр поверхні тіла, ефект Магнуса; зовнішні та внутрішні сили, рушійні сили та сили опору (гальмівні); неінерціальна система відліку, сила інерції (у тому числі відцентрова сила); імпульс тіла, імпульс сили, закон збереження імпульсу;

3) біодинамічні характеристики обертового руху: момент сили, правило моментів сил; центр маси тіла, види рівноваги (стійка, нестійка, байдужа); момент інерції тіла, основний закон динаміки обертового руху; момент імпульсу тіла, закон збереження моменту імпульсу тіла.

Біоенергетичні характеристики: 1) основне завдання біоенергетики;

2) біоенергетичні характеристики поступального руху: механічна робота, потужність, кінетична енергія, робота сили тяжіння, потенціальна енергія тіла, піднятого над поверхнею землі, робота сили пружності, потенціальна енергія пружно деформованого тіла, повна механічна енергія та закон її збереження, робота сили тертя (сили опору), коефіцієнт корисної дії;

3) біоенергетичні характеристики обертового руху: механічна робота, потужність, кінетична енергія, повна механічна енергія при обертовому русі та закон її збереження.

Окремо розкриваємо деякі біомеханічні характеристики коливального руху: частота коливань, період коливань, період коливань для пружинного, математичного і фізичного маятників.

Зауважимо, що в джерелах [1–5], [7–9] звертають увагу насамперед на біомеханічні характеристики, а основні фізичні закони або згадуються другим планом, або ж взагалі відсутні. Для повноцінного висвітлення основних відомостей з біомеханіки, ми розкриваємо не тільки всі основні біомеханічні характеристики, але й пояснюємо ті основні закони фізики (Галілея, Ньютона, Гука ...), які безпосередньо потрібні для біомеханічного аналізу.

Біомеханічні характеристики і основні закони фізики деталізуємо і поглиблюємо при вивченні подальших тем біомеханіки: «Тіло людини як біомеханічна система», «Біодинаміка м'язів», «Біоенергетика і біомеханіка м'язів», «Сили в рухах людини», «Центр маси і момент інерції тіла людини», «Біомеханіка рухових якостей».

3. Науково виважене розкриття усіх біомеханічних характеристик. Питання повноцінного науково виваженого розкриття усіх біомеханічних характеристик з точки зору фізики вкрай важливе, оскільки спрощене пояснення часто не забезпечує правильного розуміння суті біомеханічних характеристик. Усі біомеханічні характеристики розкриваємо з урахуванням їх фізичного змісту, надаємо їх повноцінні означення, ретельно показуємо які величини скалярні, а які векторні, що відображаємо у відповідних формулах, вказуємо одиниці біомеханічних характеристик. При потребі використовуємо

відповідні рисунки і графіки, що посилює повноту розкриття фізичного змісту матеріалу. Висвітлення кожної біомеханічної характеристики супроводжуємо поясненням, яке відображає як її особливості з позицій фізики, так і її значення і використання в біомеханіці фізичних вправ і спорту.

Наприклад, науково коректно розкриваємо такі біомеханічні характеристики, як маса тіла, сила тяжіння, вага тіла. Маса тіла m – це скалярна фізична величина, яка характеризує інертність тіла; одиниці СІ [кг].

Сила тяжіння $\vec{F}_{\text{тяж}}$ – це гравітаційна сила, з якою Земля притягує до себе тіло / людину (яка діє на тіло / людину зі сторони Землі); $\vec{F}_{\text{тяж}}$ – векторна фізична величина, яка дорівнює добутку гравітаційної маси тіла m на прискорення вільного падіння \vec{g} за формулою $\vec{F}_{\text{тяж}} = m \cdot \vec{g}$; одиниці СІ [Н]. Інертна і гравітаційна маси рівні між собою.

Вага тіла \vec{P} – це сила, з якою тіло / людина діє на опору чи підвіс, внаслідок дії на тіло сили тяжіння; вага тіла за природою є силою пружності; векторна фізична величина; одиниці СІ [Н]. Вага тіла / людини у стані спокою та у випадку, коли тіло / людина разом з опорою чи підвісом рухається прямолінійно і рівномірно, розраховується за формулою $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$. Якщо тіло / людина разом з опорою чи підвісом рухається рівноприскорено з прискоренням \vec{a} , напрямленим вгору, то вага тіла / людини збільшується і розраховується за формулою $P = m \cdot (g + a)$. Якщо тіло / людина разом з опорою чи підвісом рухається рівноприскорено з прискоренням \vec{a} , напрямленим вниз, то вага тіла / людини зменшується і розраховується за формулою $P = m \cdot (g - a)$. Якщо прискорення тіла / людини разом з опорою чи підвісом напрямлене вниз і дорівнює прискоренню вільного падіння $a = g$, то вага тіла / людини стає нульовою – це стан невагомості. Надаємо рисунки зі зображенням ваги й інших сил для кожної з цих ситуацій.

Звертаємо особливу увагу як взаємопов'язані маса тіла, сила тяжіння і вага тіла, яка їх природа; на конкретних прикладах з біомеханіки аналізуємо у чому полягає відмінність між ними: маса – скаляр, обидві сили векторні, мають різну природу і прикладені до різних тіл.

4. Доступність навчального матеріалу для студентів. З одного боку, забезпечуємо повноту розкриття біомеханічних характеристик на науково виваженому рівні, а з іншого – розкриваємо навчальний матеріал на доступному для студентів рівні. Для цього кожну з біомеханічних характеристик спочатку розкриваємо на простому (але науково достовірному) рівні і тільки потім вводимо відповідну величину на основі похідної чи інтегралу. Тим самим забезпечуємо доступність навчального матеріалу для студентів. При потребі підвищуємо доступність вивчуваного завдяки використанню відповідних схем і таблиць. Особливо спрощує розуміння навчального матеріалу наведення характерних прикладів з біомеханіки фізичних вправ.

Для прикладу здійснимо аналіз маси людини, сили тяжіння і ваги людини під час вправи присідання (зазвичай це виконуємо на практичному занятті). Студенти роблять висновок, що під час вправи маса людини і сила тяжіння залишаються сталими. Кожен зі студентів конкретизує їх чисельно для себе. Вага ж людини в цій вправі змінюється в залежності від того, у які моменти часу людина не рухається, у яких фазах рухається рівномірно вниз чи вгору, у яких рівноприскорено чи рівносповільнено вниз чи вгору. Для кожної фази руху студенти використовують правильну формулу для розрахунку ваги. Паралельно аналізуємо силу реакції опори в різних фазах цієї фізичної вправи.

У вправі стрибок людини з місця вертикально вгору, важливим є те, що у верхній точці підйому вага людини рівна нулю – це мить повної невагомості. Стан невагомості людини у спортивних вправах трапляється досить часто. Наприклад під час бігу, в фазі польоту вага бігуна падає майже до нуля, а у верхній точці підйому бігун на мить перебуває в невагомості.

Крім того, студенти при потребі самостійно опрацьовують за шкільним підручником «Механіку» за середню школу. Це підвищує доступність навчальної дисципліни «Біомеханіка», оскільки без шкільних знань засвоїти новий матеріал складно, а для багатьох студентів і майже неможливо.

У сучасних умовах навчання велику роль відіграє самостійна робота студентів, на яку виносимо доступні для самостійного освоєння теми.

Запроваджені авторські зміст і методика вивчення біомеханічних характеристик пройшли успішну багаторічну апробацію в Криворізькому державному педагогічному університеті.

Висновки і перспективи подальших досліджень

1. Виконано ретельний аналіз здобутків і недоліків традиційного змісту і методики вивчення біомеханічних характеристик. Сучасні навчальні посібники надають певні відомості про основні біомеханічні характеристики, але не забезпечують повноцінного науково виваженого їх розкриття та якісного розуміння і засвоєння студентами.

2. Удосконалена класифікація біомеханічних характеристик за трьома групами: біокінематичні, біодинамічні, біоенергетичні.

3. Запроваджені авторські зміст і методика розкриття основних законів біомеханіки і біомеханічних характеристик, які забезпечують повноцінне науково виважене розкриття навчального матеріалу на

доступному для студентів рівні та пройшли успішну багаторічну апробацію в Криворізькому державному педагогічному університеті.

4. Подальші дослідження стосуються детального розкриття авторських змісту і методики тем «Біокінематичні характеристики», «Біодинамічні характеристики», «Біоенергетичні характеристики».

References

1. Андреева Р.І. Біомеханіка і основи метрології : навчально-методичний посібник для студентів.. Херсон: Херсонський державний університет, 2015. 224 с.
Andreeva, R.I. (2015). Biomekhanika i osnovy metrolohii : navchalno-metodychnyi posibnyk dlia studentiv. [Biomechanics and fundamentals of metrology: a teaching and methodological guide for students]. Kherson: Kherson State University, 224. [in Ukrainian].
2. Ахметов Р.Ф. Біомеханіка фізичних вправ : навчальний посібник для студентів. Житомир: Житомирський державний педагогічний університет, 2004. 124 с.
Akhmetov, R.F. (2004). Biomekhanika fizychnykh vprav : navchalnyi posibnyk dlia studentiv. [Biomechanics of physical exercises: a textbook for students]. Zhytomyr: Zhytomyr State Pedagogical University. Zhytomyr, 124. [in Ukrainian].
3. Без'язична О.В., Коваленко Л.П. Біомеханіка : методичні рекомендації до лабораторних робіт. Харків: Харківський національний педагогічний університет, 2014. 49 с.
Bezyazychna, O.V., Kovalenko, L.P. (2014). Biomekhanika : metodychni rekomendatsii do laboratornykh robit. [Biomechanics: methodological recommendations for laboratory work]. Kharkiv: Kharkiv National Pedagogical University. 49. [in Ukrainian].
4. Біомеханіка : курс лекцій для студентів. Лекція 2 : Біомеханічні характеристики тіла людини та її рухів. Тернопіль: Тернопільський національний педагогічний університет ім. В. Гнатюка, 2016. 13 с. URL : <https://studfile.net/preview/5253870/> (дата звернення 11.11.2025).
Biomekhanika : kurs leksii dlia studentiv. (2016). Lektsia 2 : Biomekhanichni kharakterystyky tila liudyny ta ii rukhiv. [Biomechanics: a course of lectures for students. Lecture 2: Biomechanical characteristics of the human body and its movements]. Ternopil: Ternopil National Pedagogical University named after V. Hnatyuk, 13. [in Ukrainian]. URL : <https://studfile.net/preview/5253870/> (date of application 11.11.2025)
5. Біомеханіка спорту : навчальний посібник для студентів / за заг. ред. А.М. Лапутіна. Київ: Олімпійська література, 2001. 320 с.
Biomekhanika sportu : navchalnyi posibnyk dlia studentiv / za zah. red. A.M. Laputina. [Biomechanics of sports : a textbook for students / edited by A.M. Laputina]. Kyiv: Olympic Literature. 2001. 320. [in Ukrainian].
6. Бурак В.І. Методика розкриття біомеханічних характеристик при вивченні «Біомеханіки». *Шляхи вирішення завдань фізичного виховання в умовах воєнного стану* : матеріали наук.-практ. конф., 17 листопада 2022 р. Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний університет, 2022. С. 24–28.
Burak V.I. (2022). Metodyka rozkryttia biomekhanichnykh kharakterystyk pry vyvchenni «Biomekhaniky». *Shliakhy vyrishennya zavdan fizychnoho vykhovannia v umovakh voiennoho stanu* : materialy nauk.-prakt. konf. [Methodology for revealing biomechanical characteristics when studying «Biomechanics». Ways of solving physical education problems in martial law : materials of the scientific-practical conference]. Kryvyi Rih: Kryvyi Rih State Pedagogical University, 24-28. [in Ukrainian].
7. Козубенко О.С., Тупеев Ю.В. Біомеханіка фізичних вправ : навчально-методичний посібник для студентів. Миколаїв: Миколаївський національний університет, 2015. 126 с.
Kozubenko O.S., Tupееv Y.V. (2015). Biomekhanika fizychnykh vprav: navchalno-metodychnyi posibnyk dlia studentiv. [Biomechanics of physical exercises: a teaching and methodological manual for students]. Mykolaiv: Mykolaiv National University. Mykolaiv. 126. [in Ukrainian].
8. Рибак О.Ю., Рибак Л.І. Вибрані лекції з біомеханіки : навчальний посібник для студентів. Львів: Львівський державний університет фізичної культури, 2017. 131 с.
Rybak O.Y., Ryba L.I. Vybrani leksii z biomekhaniky: navchalnyi posibnyk dlia studentiv. [Selected lectures on biomechanics: a textbook for students]. Lviv: Lviv State University of Physical Culture. Lviv. 131. [in Ukrainian].
9. Ячнюк М.Ю. Біомеханіка рухових дій : навчально-методичний посібник для студентів. Чернівці: Чернівецький національний університет, 2023. 172 с.
Yachnyuk M.Y. (2023). Biomekhanika rukhovykh dii : navchalno-metodychnyi posibnyk dlia studentiv. [Biomechanics of motor actions: a teaching and methodological manual for students]. Chernivtsi: Chernivtsi National University, 172. [in Ukrainian].

Burak Volodymyr

<https://orcid.org/0000-0003-2198-2464>

Candidate of pedagogical sciences, associate professor of the department of Physics, associate professor of the department of Physical Culture and methods of its teaching, Kryvyi Rih state Pedagogical University (Kryvyi Rih, Ukraine), burak_vi@ukr.net

CONTENT AND METHODOLOGY OF STUDYING BIOMECHANICAL CHARACTERISTICS IN «BIOMECHANICS»

The academic discipline «Biomechanics» is studied by students who obtain a bachelor's degree in the specialty «014.11 Secondary education (Physical education)». The greatest difficulty for students of the «Physical Education» specialty when studying «Biomechanics» is the understanding, assimilation, and use of biomechanical characteristics, which include biokinematic, biodynamic, and bioenergetic characteristics. A careful analysis shows that modern textbooks [1–5], [7–9] provide certain information about the main biomechanical characteristics, but do not provide a full, scientifically balanced disclosure of them and high-quality understanding and assimilation by students. There is an urgent need to improve the content and methodology of studying biomechanical characteristics.

The purpose of the article is to reveal the author's version of a scientifically balanced improvement of the content and methodology of studying biomechanical characteristics at a level accessible to students.

Research methods: *theoretical research method in critical analysis of modern textbooks; empirical method in testing the author's content and methodology for studying biomechanical characteristics.*

Scientific novelty: *the classification of biomechanical characteristics into three groups is substantiated: biokinematic, biodynamic, bioenergetic; scientifically sound content and methodology for studying biomechanical characteristics are developed.*

Conclusions. *1. A thorough analysis of the achievements and shortcomings of traditional content and methods of studying biomechanical characteristics shows that modern textbooks provide certain information about the main biomechanical characteristics, but do not provide a full-fledged scientifically balanced disclosure of them and high-quality understanding and assimilation by students. 2. Classification of biomechanical characteristics is grounded into three groups: biokinematic, biodynamic, and bioenergetic. 3. The author's content and methodology for disclosing the basic laws of biomechanics and biomechanical characteristics have been introduced, which ensure a full-fledged scientifically balanced disclosure of educational material at a level accessible to students.*

Keywords: *biomechanics; biomechanical characteristics; content and methods of studying.*

Стаття надійшла до редакції 15.12.2025

Рецензенти: *доктор фізико-математичних наук, професор Балабай Р.М.,
доктор педагогічних наук, професор Архипов О.А.*