



А.А. Джалилов, К.Л. Меркурьев

БИОМЕХАНИКА ДВИГАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Практикум по лабораторным работам



**Тольятти
Издательство ТГУ
2013**

Министерство образования и науки Российской Федерации
Тольяттинский государственный университет
Институт физической культуры и спорта
Кафедра «Физическая культура и спорт»

А.А. Джалилов, К.Л. Меркурьев

БИОМЕХАНИКА ДВИГАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Практикум по лабораторным работам

Тольятти
Издательство ТГУ
2013

УДК 612.76(0758)

ББК 75:74.00

Д40

Рецензенты:

канд. пед. наук, доцент, директор Тольяттинского филиала
Восточной экономико-юридической гуманитарной академии

Е.Н. Гогунов;

канд. пед. наук, доцент Тольяттинского государственного
университета *И.В. Щанкина.*

Д40 Джалилов, А.А. Биомеханика двигательной деятельности : практикум по лабораторным работам / А.А. Джалилов, К.Л. Меркурьев. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2013. – 27 с. : обл.

В данном практикуме представлены лабораторные работы, основанные на программе курса «Биомеханика двигательной активности» в соответствии с существующими стандартами образования и учебными программами.

Адресовано студентам направлений 032100.62 и 034300.62 «Физическая культура» очной и заочной форм обучения.

УДК 612.76 (0758)

ББК 75:74.00

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

© ФГБОУ ВПО «Тольяттинский
государственный университет», 2013

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий практикум содержит лабораторные работы для студентов по курсу «Биомеханика», описание содержания и последовательности их выполнения.

Приводятся также необходимые теоретические сведения, которые могут быть использованы студентами при выполнении работы.

Использование данного практикума может способствовать лучшему освоению программного материала.

Лабораторные работы, предлагаемые студентам для выполнения, основаны на программе курса «Биомеханика» для факультета физической культуры и спорта Тольяттинского государственного университета, утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации с учетом специфики вуза.

Содержание лабораторных работ предполагает преемственность. Ввиду этого не следует нарушать последовательность их выполнения, которая диктуется принадлежностью работ к тому или иному разделу теоретической части курса. Лабораторные работы 1, 2, и 3 относятся к теме «Биомеханика двигательного аппарата человека» и должны быть выполнены в заданной последовательности. Лабораторные работы 4 и 5 предусматривают кинематический анализ движения и также должны быть выполнены в предлагаемой последовательности. Выполнение остальных работ не требует взаимной последовательности, ее можно варьировать в зависимости от обстоятельств.

Результаты лабораторных работ оформляются в виде протоколов.

Лабораторная работа 1

Определение длины частей тела и нахождение положения их центра масс (ЦМ)

Целью работы является закрепление знаний, полученных в лекционном курсе по теме «Биомеханика двигательного аппарата человека», и приобретение навыка замера длин биоизвеньев, а также навыка расчета положения частных центров масс и их маркировки.

Организация работы

Студенты являются на лабораторную работу в спортивной форме. Измерение длин биоизвеньев (верхних и нижних конечностей) они проводят друг на друге. В ходе лабораторной работы каждый студент использует данные, полученные измерением частей собственного тела. Они же будут служить исходными при выполнении лабораторных работ 2 и 3.

Содержание работы

Для биомеханического анализа и контроля техники выполнения физического упражнения необходимы данные, связанные с размерами тела и отдельных биоизвеньев.

Выполняя лабораторную работу, студенты приобретают навык измерения длин кистей, предплечий, плеч, бедра, голени, стопы, а также общей длины верхних и нижних конечностей. Для всех измеренных биоизвеньев с использованием табличных данных рассчитываются положения частных центров масс и наносятся на тело. Рассчитывается также масса каждого биоизвена.

Алгоритм выполнения

1. Составить таблицу длин и масс биоизвеньев.
2. Измерить массу собственного тела.
3. Обнаружить и пометить характерные точки биоизвеньев, определяющие их длину.
4. Измерить длины биоизвеньев и занести в табл. 1.
5. Рассчитать отдаление частного центра масс биоизвеньев и результат занести в табл. 1.
6. Рассчитать массы биоизвеньев и результаты занести в табл. 1.

Таблица 1

Наименование биозвеньев	Относительная масса (%)	Масса (кг)	Длина (м)	Положение ЦМ (%)	Отдаленность в ЦМ (м)
Кисть	0,614			36,9	
Предплечье	1,615			42,7	
Плечо	2,707			44,9	
Рука	4,936			–	
Стопа	1,371			44,15	
Голень	4,330			40,5	
Бедро	14,165			45,5	
Нога	19,866			–	
Голова	6,94			49,98	
Туловище	43,456			–	
Тело	100			–	

Примечание. Положение ЦМ биозвеньев отсчитывается от его проксимального конца. Опознавательной точкой ЦМ туловища является проекция мечевидного отростка на фронтальную плоскость.

Методические указания по выполнению

Опознавательными точками концов биозвеньев являются проекции осей суставов на профильную плоскость. Они обнаруживаются при поворотах биозвеньев так, что поворот биозвена во фронтальной плоскости не приводит к изменению ее положения.

Измерение длин тела проводят с точностью до 0,005 м; измерение массы тела – с точностью до 0,10 кг.

Расчетные значения длин и масс заносят в таблицу с точностью до 0,001. Рекомендуется расчетные операции выполнять с помощью микрокалькулятора.

Контрольные вопросы

1. Сложить значения относительных масс. Почему сумма этих цифр не совпадает с массой тела, равной 100%?
2. Где будет располагаться проекция центра масс туловища на сагитальную плоскость.

Техническое оснащение:

- | | |
|---|-----------|
| 1) весы медицинские | – 1 шт.; |
| 2) лейкопластырь или жидкость Новикова; | |
| 3) гибкая мерная лента | – 15 шт.; |
| 4) микрокалькулятор | – 1 шт.; |
| 5) слайды с изображением сегментов тела | – 1 шт.; |
| 6) слайдпроектор | – 1 шт. |

Рекомендуемая литература

1. Донской, Д.Д. Биомеханика / Д.Д. Донской, В.М. Зациорский. – М. : ФиС, 1979.
2. Зациорский, В.М. Биомеханика двигательного аппарата человека / В.М. Зациорский, А.С. Аруин, В.Г. Селуянов. – М. : ФиС, 1981.

Лабораторная работа 2

Аналитическое определение сил тяги мышц в различных статических положениях

Целью работы является приобретение навыка оценки усилий мышц в статике на основе расчета моментов сил, действующих на биозвенья.

Организация работы

Студенты получают раздаточный материал со схематическим изображением позы человека, выполняющего физическое упражнение.

В качестве исходных используют данные, полученные в лабораторной работе 1 (табл. 1).

Содержание работы

Для объективной оценки степени воздействия физического упражнения на скелетные мышцы опорно-двигательного аппарата человека необходимо знать усилия, развиваемые мышцами (мышечные тяги) при выполнении этого упражнения. На примере анализа простых упражнений (рис. 1) студенты приобретают навык расчета мышечных усилий. Для этого рассчитываются сила тяги среднего пучка, удерживающего руку в горизонтальном положении (рис. 1,а), сила тяги прямой мышцы живота при выполнении упражнения «угол» в висе на гимнастической лестнице (рис. 1,б), сила тяги ягодичных мышц при удержании штанги, как показано на рис. 1,в.

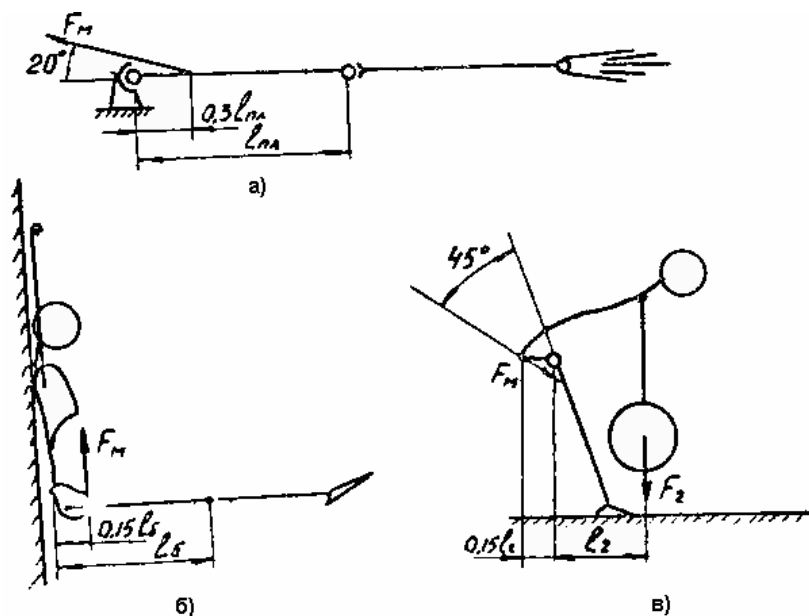


Рис. 1. Схема для расчета силы тяги отдельных групп мышц при выполнении определенных видов упражнений

Для всех трех упражнений составляются уравнения статического равновесия:

$$M_m = \Sigma M_m, \quad (2.1)$$

где M_m – момент мышечной тяги; ΣM_m – сумма моментов сил тяжести, действующих на биозвенья спортсмена.

Поскольку $M_m = F_m L$, формула (2.1) приобретает вид:

$$F_m = \frac{\Sigma M_m}{L}, \quad (2.2)$$

где F_m – искомая сила тяги мышцы; L – плечо действия силы F_m относительно оси поворота биозвеньев.

Алгоритм выполнения

1. Перенести на миллиметровую бумагу схемы положения звеньев по рис. 1, *a*, *b* и *в* с соблюдением масштаба по размерам, определенным в лабораторной работ 1.
2. Нанести на схемы положения частных центров масс.
3. Составить уравнения равновесия для поз по рис. 1, *a*, *b* и *в*.
4. По данным, полученным в работе 1, определить значения мышечных усилий.
5. Проанализировать полученные результаты.

Методические указания по выполнению

При составлении уравнения равновесия обратить внимание на то, что сила тяги F_m в позе, изображенной на рис. 1, *в*, не параллельна линии действия силы тяжести. Плечо L этой силы должно быть определено через косинус угла.

Обратить также внимание на то, что момент силы F_m имеет направление, обратное направлению моментов сил тяжести.

Контрольные вопросы

1. Как должен изменить спортсмен позу, чтобы уменьшить величину тяговой силы мышц при том же грузе? Почему?
2. Увеличится ли в два раза сила тяги мышц при увеличении веса груза вдвое (рис. 1, *в*)? Почему?

Техническое оснащение – микрокалькулятор.

Рекомендуемая литература

Донской, Д.Д. Биомеханика / Д.Д. Донской, В.М. Зациорский. – М. : ФиС, 1979.

Лабораторная работа 3 Определение общего центра масс тела человека

Целью работы является приобретение навыка аналитического расчета по фотограммам и промерам общего центра масс тела и отдельных биометрических цепей.

Организация работы

Студенты получают раздаточный материал в виде изображения поз спортсмена, выполняющего различные физические упражнения. Могут быть изображены также биомеханические схемы отдельных цепей.

Исходными данными для выполнения этой работы служат результаты, полученные в лабораторной работе 1.

Содержание работы

При анализе физических упражнений в ряде случаев необходимо оценивать условие равновесия тела (упражнение «ласточка», стойка на кистях, групповые упражнения в акробатике и т. п.). Существенную информацию о технике выполнения физических упражнений несет анализ траектории общего центра масс тела спортсмена (ОЦМ).

При выполнении лабораторной работы студенты приобретают навык использования для определения положения ОЦМ одного из широко применяемых для этой цели методов – графоаналитического.

По этому методу, на основании теоремы Вариньона, студенты составляют уравнение равновесия тела, из которого вытекает:

$$X_{оцм} = \frac{\sum F_i \cdot X_i}{\sum F_i}; \quad (3.1)$$

$$E_{оцм} = \frac{\sum F_i \cdot Z_i}{\sum F_i}. \quad (3.2)$$

Подставляя в эти формулы в качестве F_i — относительные веса биозвеньев и в качестве X_i и Z_i — координаты частных центров масс в исследуемой позе, студенты находят координаты ОЦМ.

Алгоритм выполнения

1. Проанализировать позу спортсмена и определить характер выполняемого движения.
2. Изобразить на миллиметровой бумаге биомеханическую схему позы.
3. Нанести на схему положение частных центров масс.
4. Нанести на схему координаты оси X и Z.
5. Подготовить таблицу (табл. 2).
6. По данным лабораторной работы 1 заполнить колонку 2.
7. Измерить координаты центров масс каждого биозвена и занести в таблицу.
8. Рассчитать значения $F_i \cdot X_i$ и $F_i \cdot Z_i$ и занести в таблицу.
9. Просуммировать цифры в колонке 5. Их сумма и есть числитель формулы (3.1).
10. Найти сумму чисел колонки 6. Эта сумма и есть числитель формулы (3.2).
11. По формулам (3.1) и (3.2) рассчитать $X_{оцм}$ и $Z_{оцм}$, имея в виду, что ΣF_i это сумма относительных весов биозвеньев, для которых находится общий центр масс.
12. Проанализировать полученный результат.

Таблица 2

Наименование биозвена	F_i (%)	X_i (мм)	Z_i (мм)	$F_i \cdot X_i$	$F_i \cdot Z_i$
1	2	3	4	5	6

Методические указания к выполнению

При нанесении координатных осей рекомендуется располагать их так, чтобы они не пересекали изображения тела. В этом случае значения всех координат будут иметь одинаковые знаки.

Измерение проводить с точностью до 0,5 мм. Иметь в виду, что при изображении некоторых поз верхние и нижние конечности могут про-

ектироваться друг на друга, т. е. частные центры масс двух кистей, двух предплечий и т. д. могут проектироваться в одну точку.

При расчетах рекомендуется пользоваться микрокалькулятором.

Контрольные вопросы

1. Как учитывается совпадение одноименных конечностей на изображении?
2. От чего зависит положение ОЦМ относительно тела (в подвижной системе)?
3. От чего зависит положение ОЦМ в неподвижной системе отсчета?

Техническое оснащение:

- 1) раздаточный материал – 30 шт.;
- 2) чертежные принадлежности;
- 3) миллиметровая бумага;
- 4) микрокалькуляторы – 15 шт.

Рекомендуемая литература

Донской, Д.Д. Биомеханика / Д.Д. Донской, В.М. Зациорский. – М. : ФиС, 1979.

Лабораторная работа 4

Определение характеристик перемещений точек тела

Целью работы является приобретение навыков работы с кинограммами, расчета по ним перемещений с использованием значений координат точки тела.

Организация работы

Студенты получают раздаточный материал в виде кинограмм различных спортивных движений. Могут также использоваться результаты лабораторной работы 3. В последнем случае координаты ОЦМ, полученные на различных кадрах кинограммы, выступают в качестве текущих для определения величин перемещения ОЦМ и для построения его траектории.

Содержание работы

Определение характеристик перемещений точек тела и построение их траекторий при биомеханическом анализе физического упражнения в значительной степени облегчает оценку его техники. Студенты приобретают навык расчета величины перемещений с использованием текущих значений координат. Они определяют горизонтальную и вертикальную составляющие перемещения точки, а также их результирующую.

Горизонтальная составляющая перемещения:

$$S_{гор} = X_{i+1} - X_i = \Delta X. \quad (4.1)$$

Вертикальная составляющая перемещения:

$$S_{верт} = Z_{i+1} - Z_i = \Delta Z. \quad (4.2)$$

Общая величина перемещения:

$$S = \sqrt{S_{гор}^2 + S_{верт}^2} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Z^2}. \quad (4.3)$$

Учитывая, что изображение на кинограмме меньше фактического размера тела спортсмена, необходимо рассчитать масштаб изображения. Масштаб изображения рассчитывается по формуле

$$M = \frac{L_{факт}}{L_{киногр}}, \quad (4.4)$$

где $L_{факт}$ – фактический размер эталонного предмета, мм; $L_{киногр}$ – длина его изображения на кинограмме.

Таким образом, фактическое перемещение точки тела спортсмена при выполнении упражнения рассчитывается по формуле

$$S_{факт} = S \cdot M. \quad (4.5)$$

Алгоритм выполнения

1. По результатам лабораторной работы 3, полученным группой, составить таблицу текущих координат ОЦМ (табл. 3):
2. На лист миллиметровой бумаги размером 100×170 мм нанести координатные оси, расположив их, как в лабораторной работе 3.
3. Выбрать цену деления координатной шкалы так, чтобы изображение траектории по высоте заняло бы всю высоту миллиметровой бумаги. При этом цена деления по оси X и Z должна быть одинаковой.
4. Нанести положение всех текущих значений ОЦМ по координатам таблицы.

5. Последовательно соединить полученные точки плавной кривой.
6. Проанализировать полученную траекторию.
7. По заданию преподавателя рассчитать величины $S_{гор}$, $S_{верт}$ и S между соседними кадрами $N_{п}^0$, $N_{п+1}^0$, $N_{п+2}^0$.
8. Определить масштаб фотографии.
9. Рассчитать фактическое перемещение ОЦМ в межкадровом интервале $(n - (n + 1))((n + 1) - (n + 2))$.

Таблица 3

№ кадра	$X_{оцм}$ (мм)	$Z_{оцм}$ (мм)

Методические указания по выполнению

1. Измерение координат по фотограммам проводить с точностью до 0,5 мм.
2. При получении знака « – » при определении ΔX и ΔZ иметь в виду, что это соответствует направлению перемещения, обратному направлению координатной оси.
3. При расчете фактического перемещения результат представить в метрах.

Контрольные вопросы

1. Можно ли по характеру траектории ОЦМ судить о технике выполнения упражнения?
2. Какие единицы, кроме линейных, могут использоваться для оценки пространственных характеристик движения?

Техническое оснащение

- 1) раздаточный материал – 30 шт.;
- 2) чертежные принадлежности;
- 3) миллиметровая бумага;
- 4) микрокалькуляторы – 15 шт.

Рекомендуемая литература

Донской, Д.Д. Биомеханика / Д.Д. Донской, В.М. Защиорский. – М. : ФиС, 1979.

Лабораторная работа 5

Определение скоростных характеристик точек тела

Целью работы является приобретение навыка расчета скоростных характеристик точек тела человека с использованием кинограмм движений.

Организация работы

Лабораторная работа 5 является продолжением работы 4. В ней используются данные расчета перемещений и изображение траектории ОЦМ.

Содержание работы

При биомеханическом контроле физического упражнения важное значение имеют величины скоростей и ускорений тела или отдельных его точек. Определить их можно по кинограммам движения при известной частоте съемки.

Величина средней скорости определяется по формуле

$$V = \frac{S}{t} \text{ (м/с)}, \quad (5.1)$$

где S – перемещение точки, м; t – продолжительность этого перемещения, сек.

Продолжительность рассчитывается:

$$t = \frac{(N_k - N_n)}{K} \text{ (сек)}, \quad (5.2)$$

где N_n – номер кадра кинограммы, на котором запечатлен момент начала исследуемого движения или его части; N_k – номер кадра кинограммы, соответствующего моменту конца исследуемой части движения; K – частота съемки кинограммы, кадр/сек.

При изменении скорости перемещения точки рассчитывают ее ускорение по формуле

$$a = \frac{(V_k - V_m)}{t} \text{ (м/с}^2\text{)},$$

где V_m – мгновенная скорость в начале исследуемой части движения; V_k – мгновенная скорость в конце исследуемой части движения; t – продолжительность исследуемой части движения.

Для биомеханического анализа упражнения обычно рассчитывают горизонтальные и вертикальные составляющие скоростей и ускорений, а также их полные величины.

Алгоритм выполнения

1. Рассчитать по формуле продолжительность перемещения ОЦМ в межкадровых интервалах $N_{n}^0 \dots N_{n+1}^0$ и $N_{n+1}^0 \dots N_{n+2}^0$.
2. Рассчитать по формуле средние значения скоростей ОЦМ в межкадровых интервалах $N_{n}^0 \dots N_{n+1}^0$ и $N_{n+1}^0 \dots N_{n+2}^0$. Рассчитываются N_{x}^0 , N_{z}^0 и V . Рассчитываются V_x , V_z и V .
3. Рассчитать значения α_x , α_z и α ускорений в межкадровом интервале $N_{n}^0 \dots N_{n+2}^0$.
4. Проанализировать полученные результаты.

Методические указания по выполнению

Расчет скоростей и ускорений проводить с точностью до 0,1. При расчете учитывать знак при величине скоростей и ускорения. Отрицательное значение скорости показывает, что исследуемая точка тела перемещается в направлении, противоположном направлению координатной оси. Отрицательный знак при ускорении указывает на изменение скорости в сторону уменьшения, т. е. торможение.

Контрольные вопросы

1. Можно ли определить скорость и ускорение точки по одному кадру кинограммы?
2. Какие еще, кроме линейных, могут быть единицы измерения скорости и ускорения?
3. Мерой чего является скорость перемещения?
4. Мерой чего является ускорение?
5. Мерой каких двигательных качеств могут служить скорость и ускорение?

Техническое оснащение – микрокалькуляторы – 15 шт.

Рекомендуемая литература

Донской, Д.Д. Биомеханика / Д.Д. Донской, В.М. Зациорский. – М. : ФиС, 1979.

Лабораторная работа 6 **Временная структура физического упражнения**

Целью работы является приобретение навыка анализа временной структуры физического упражнения, разделение его на периоды, циклы, фазы, а также приобретение навыка построения линейной хронограммы.

Организация работы

Студенты получают раздаточный материал в виде кинограмм упражнения или спортивного действия.

Содержание работы

Соответствие временной структуры движения модельным характеристикам является одним из основных условий высокой эффективности физического упражнения или высокой результативности спортивного действия. При выполнении работы студенты приобретают навыки оценки структуры упражнения с помощью кинограммы. Для наглядности ее они строят линейную хронограмму движения, отображающую систему параллельных и последовательных элементов движения.

Алгоритм выполнения

1. Последовательно, кадр за кадром изучить кинограмму движения. Выделить периоды, циклы и фазы.
2. Описать период движения, определяя его название и функцию.
3. Определить отличительные особенности позы начала и конца периода.
4. Те же операции повторять с циклами.
5. Те же операции повторить с фазами.

6. По формуле (5.2) рассчитать продолжительность периодов, циклов и фаз.
7. Построить хронограмму всего движения, цикла, одной из фаз.

Методические указания по выполнению

Продолжительность элементов движения рассчитывают с точностью до 0,01 сек. При построении хронограмм временной масштаб выбрать таким образом, чтобы хронограмма заняла всю строку.

Контрольные вопросы

1. Какие ошибки выполнения упражнения можно обнаружить в ходе анализа хронограмм?
2. Перечислите виды спорта, которые имеют циклический характер.

Рекомендуемая литература

Донской, Д.Д. Биомеханика / Д.Д. Донской, В.М. Зациорский. – М. : ФизС, 1979.

Лабораторная работа 7 Оперативное определение мощности, развиваемой человеком при отталкивании

Целью работы является приобретение навыка измерения биомеханических характеристик движения (временных) и на их основе расчета мощности отталкивания в прыжке вверх, а также приобретение навыка анализа зависимости величины развиваемой мощности от уровня внешней нагрузки.

Организация работы

Студенты являются на занятия в спортивной форме. Попеременно выступая испытуемыми, они выполняют прыжок вверх с места, последовательно увеличивая внешнюю нагрузку.

Каждый студент выполняет работу в роли испытуемого и оператора.

Подготовка аппаратуры к работе производится лаборантом. Он подключает приставку к измерителю последовательных реакций ИПР-01, вводит программу расчета в ПМК типа МК-56.

Содержание работы

Мощность, развиваемая человеком при выполнении физического упражнения, является объективной мерой его скоростно-силовых качеств. Однако ее рассчитывают, измеряя продолжительность действия силы F на пути S . Расчеты ведут по формуле

$$N = (F \cdot S) / t = (m(g + \alpha) \cdot S) / t, \text{ вт,}$$

где $\alpha = (S_2/t_2 - S_1/t_1) \cdot 2/t$, м/с².

Для нахождения α необходимо путь разгона тела при прыжке (в опорной фазе) разделить на два участка $S_1 + S_2 = S$ и измерять соответствующую продолжительность перемещения ОЦМ на этих участках $t_1 + t_2 = t$.

Параллельно с расчетом мощности может быть рассчитана и высота прыжка h :

$$h = (S_2/t_2)^2 / 2 \cdot g, \text{ м.}$$

Оперативность расчета обеспечивается использованием программного калькулятора типа МК-56.

Программа

00. $\Pi \rightarrow x_2$	12. $1 - 1$	24. $+$	36. $\Pi \rightarrow x_0$
01. $\Pi \rightarrow x_1$	13. 2	25. $\Pi \rightarrow xa$	37. Fx^2
02. $—$	14. x	26. x	38. 2
03. $\Pi \rightarrow x_6$	15. $\Pi \rightarrow x_2$	27. $x \rightarrow \text{Па}$	39. \div
04. \div	16. \div	28. $\Pi \rightarrow x_5$	40. 9
05. F^1/x	17. 9	29. $\Pi \rightarrow x_5$	41. $,$
06. $x \rightarrow \Pi_0$	18. $,$	30. $+$	42. ∞
07. $\Pi \rightarrow x_5$	19. ∞	31. $\Pi \rightarrow xa$	43. $+$
08. $\Pi \rightarrow x_1$	20. $+$	32. X	44. C/Π
09. \div	21. $x \rightarrow \Pi_a$	33. $\Pi \rightarrow x_2$	45. БП
10. $\Pi \rightarrow x_0$	22. $\Pi \rightarrow x_3$	34. \div	46. 00
11. $—$	23. $\Pi \rightarrow x_4$	35. C/Π	

Инструкция к программе

Показатель ИПР-01	$\begin{cases} t_1 - x \rightarrow \Pi_1 \\ t_2 - x \rightarrow \Pi_2 \end{cases}$
Масса груза	$m_2 - x \rightarrow \Pi_3$
Масса тела	$m_m - x \rightarrow \Pi_4$
Путь разгона	$\begin{cases} S_1 x \rightarrow \Pi_5 \\ S_2 x \rightarrow \Pi_6 \end{cases}$

Первая индикация – «N» в ваттах, с/п – вторая индикация – «h» в метрах.

Алгоритм выполнения

1. Ввести в ПМК массу тела испытуемого m_m .
2. Ввести в ПМК массу поясного груза m_g .
3. Прикрепить пояс Абалакова к телу испытуемого.
4. Соединить трос приставки ИПР-1 с поясом Абалакова. Для этого испытуемый должен подняться на носки, а трос быть поднят в крайнее верхнее положение.
5. После занятия испытуемым исходного положения для прыжка нажать кнопку «0» прибора ИПР-01.
6. После выполнения прыжка ввести значения T_1 и T_2 с табло ИПР-01 в ПМК, провести расчет по программе. Значения «N», «h» записать.
7. Повторить операции по п. 2, 3, 4, 5, 6 с грузами 4, 8, 12, 16, 20 кг.
8. Результаты расчета свести в табл. 4:
9. По собственным данным испытаний построить график зависимости N от m_g и отметить величину, при которой развивается максимальная мощность.
10. Проанализировать полученную зависимость.

Таблица 4

Фамилия, имя	m _g = 0		m _g = 4		m _g = 8		m _g = 12		m _g = 16		m _g = 20	
	N	h	N	h	N	h	N	h	N	h	N	h

Методические указания по выполнению

Прыжок вверх выполнять из положения «руки на пояс».

При креплении пояса следить за тем, чтобы грузы были плотно зафиксированы.

Высота прыжка должна быть максимальной.

Результаты расчета мощности округлить до 0,1 Вт, высоту прыжка – до 0,01 м.

Контрольные вопросы

1. Какое значение t_m следует ввести в ПМК?
2. Почему не целесообразно при тренировке прыгучести прикреплять дополнительные грузы к стопам и голеням спортсменов?
3. Каким образом нужно изменить технику отталкивания, чтобы при той же развиваемой мощности результат прыжка был выше?

Техническое оснащение:

- 1) измеритель последовательных реакций ИПР-01 – 1 шт.;
- 2) специальная приставка – 1 шт.;
- 3) нагрузочный пояс – 1 шт.;
- 4) программируемый микрокалькулятор МК-56, МК-61 – 1 шт.;
- 5) весы медицинские – 1 шт.

Рекомендуемая литература

Донской, Д.Д. Биомеханика / Д.Д. Донской, В.М. Зациорский. – М. : ФиС, 1979.

Лабораторная работа 8

Определение коэффициента полезного действия спортсмена (метод Е.С. Приступы)

Целью работы является приобретение навыка экспериментального определения КПД спортсмена.

Организация работы

Студенты являются на занятие в спортивной форме. Поочередно выступая испытуемыми, они выполняют прыжок вверх с места.

Каждый студент выполняет работу в роли испытуемого и оператора.

Содержание работы

Коэффициент полезного действия рассчитывается как отношение полезной работы ко всей затраченной. Чем выше КПД выполняемого упражнения, тем экономичнее спортсмен расходует энергию и совершеннее по этому показателю техника выполнения. В прыжке вверх полезная механическая работа вычисляется по формуле

$$A_{\text{пол}} = F \cdot hg = m \cdot g \cdot hg,$$

где F – сила тяжести; hg – высота ОЦМ, достигнутая в прыжке.

Дополнительной работой при прыжке вверх является работа, затраченная на приседание: , где $h_{\text{пр}}$ – изменение высоты ОЦМ при приседании.

Исходя из этого коэффициент полезного действия спортсмена при прыжке вверх:

$$\eta = A_{\text{пол}}/A_{\text{затр}} = A_{\text{пол}}/(A_{\text{пол}} + A_{\text{дон}}) = m \cdot g \cdot hg / (m \cdot g \cdot hg + 2mgh_{\text{пр}}) = hg / (hg + 2 \cdot h_{\text{пр}}).$$

Измерение высоты прыжка и глубины приседания студенты осуществляют с помощью специального прибора. Он состоит из корпуса, в котором вмонтирован пружинно-возвратный механизм, соединенный тросом с поясом спортсмена. На оси этого механизма закреплен упор, отодвигающий стрелки вправо и влево по шкале. Правая стрелка показывает глубину приседания $h_{\text{пр}}$, а левая – высоту выпрыгивания $h_{\text{в}}$.

Алгоритм выполнения

1. Прикрепить к телу испытуемого тросс прибора так, чтобы при принятии испытуемым положения «основная стойка» обе стрелки находились в нулевом положении.
2. Произвести выпрыгивание. Показания прибора занести в табл. 5.
3. По формуле (7.1) рассчитать коэффициент полезного действия, результат занести в табл. 4 и 5.
5. Проанализировать полученные результаты.

Таблица 5

Фамилия, имя	h_{np} (см)	h_e (см)	P

Методические указания по выполнению

Выпрыгивание производить при положении рук на поясе. Следует стремиться показать максимальный результат в прыжке.

Контрольные вопросы

1. Почему КПД человека всегда меньше 1?
2. В каких упражнениях может быть еще рассчитан КПД? Назовите их. Увеличивается ли высота выпрыгивания при увеличении глубины подседания? Какой характер имеет эта зависимость?

Техническое оснащение:

- 1) пояс Абалакова – 1 шт.;
- 2) прибор для определения высоты выпрыгивания – 1 шт.;
- 3) микрокалькуляторы – 15 шт.

Лабораторная работа 9

Биомеханическая стимуляция мышц по методу профессора В.Т. Назарова (на примере развития гибкости)

Целью работы является ознакомление студентов с методом биомеханической стимуляции профессора В.Т. Назарова.

Организация работы

Студенты являются на занятие в спортивной форме. В течение 10–12 мин они выполняют подготовительные упражнения на развитие гибкости в упражнении «шпагат».

Последовательно каждый студент группы выполняет упражнение «шпагат» на аппарате В.Т. Назарова.

Содержание работы

Метод профессора В.Т. Назарова является одним из самых эффективных методов развития гибкости. Выполняя упражнение с помощью аппарата В.Т. Назарова, измеряя при этом гибкость в тазобедренных суставах до и после стимуляции, студенты убеждаются в этом на практике.

Алгоритм выполнения

1. Установить режим работы аппарата: частота колебаний – 20 Гц, амплитуда – 5 мм (выполняет лаборант).
2. Измерить гибкость в упражнении «шпагат» у испытуемого.
3. Провести стимуляцию на аппарате в течение 2 мин.
4. То же повторить для другой ноги.
5. Измерить гибкость в упражнении «шпагат» после стимуляции.
6. Результаты измерений занести в табл. 6.
7. Проанализировать полученные результаты.

Таблица 6

Фамилия, имя	L_1 (до стимуляции) (см)	L_2 (после стимуляции) (см)	L (см)

Методические указания по выполнению

При выполнении измерений в упражнении «шпагат» испытуемые должны стремиться показать наилучший результат.

Во время стимулирования нужно стремиться обеспечить максимальную растянутость стимулируемых мышц, регулируя нагрузку с помощью упора руками.

Контрольные вопросы

1. Подберите еще упражнения для развития гибкости с помощью аппарата В.Т. Назарова.
2. Могут ли влиять режимы БМС на эффективность развития гибкости?

Техническое оснащение

- 1) аппарат В.Т. Назарова – 1 шт.;
- 2) специальный измеритель – 1 шт.;
- 3) секундомер – 2 шт.

Библиографический список

1. Бегун, П.И. Биомеханика : учебник для вузов / П.И. Бегун, Ю.А. Шукейло. – СПб. : Политехника, 2000. – 463 с.
2. Дубровский, В.И. Биомеханика : учебник для студ. высш. и сред. спец. учеб. заведений / В.И. Дубровский, В.Н. Федорова. – М. : Владос, 2003. – 669 с.
3. Дубровский, В.И. Биомеханика : учебник / В.И. Дубровский, В.Н. Федорова. – 2-е изд. – М. : Владос-Пресс, 2004. – 669 с.
4. Донской, Д.Д. Биомеханика / Д.Д. Донской, В.М. Зациорский. – М. : ФиС, 1979. – 97 с.
5. Назаров, В.Т. Биомеханическая стимуляция: явь и надежды / В.Т. Назаров. – Минск : Польша, 1986. – 125 с.
6. Попов, Г.И. Биомеханика : учебник для вузов / Г.И. Попов. – М. : Academia, 2005. – 254 с.
7. Попов, Г.И. Биомеханика : учебник для вузов / Г.И. Попов. – 3-е изд., стереотип. – М. : Academia, 2008. – 254 с.
8. Попов, Г.И. Биомеханика : учебник для вузов / Г.И. Попов. – 4-е изд., стереотип. – М. : Academia, 2009. – 254 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Лабораторная работа 1. Определение длины частей тела и нахождение положения их центра масс (ЦМ).....	4
Лабораторная работа 2. Аналитическое определение сил тяги мышц в различных статических положениях.....	6
Лабораторная работа 3. Определение общего центра масс тела человека.....	9
Лабораторная работа 4. Определение характеристик перемещений точек тела.....	11
Лабораторная работа 5. Определение скоростных характеристик точек тела.....	14
Лабораторная работа 6. Временная структура физического упражнения.....	16
Лабораторная работа 7. Оперативное определение мощности, развиваемой человеком при отталкивании.....	18
Лабораторная работа 8. Определение коэффициента полезного действия спортсмена (метод Е.С. Приступы).....	21
Лабораторная работа 9. Биомеханическая стимуляция мышц по методу профессора В.Т. Назарова (на примере развития гибкости).....	23
Библиографический список.....	25

Учебное издание

Джалилов Алим Абдуллаевич
Меркурьев Константин Леонидович

БИОМЕХАНИКА
ДВИГАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
Практикум по лабораторным работам

Редактор *Е.Ю. Жданова*
Технический редактор *З.М. Малявина*
Вёрстка: *Л.В. Сызганцева*
Дизайн обложки: *Г.В. Карасева*

Подписано в печать 29.03.2013. Формат 60×84/16.

Печать оперативная. Усл. п. л. 1,57.

Тираж 100 экз. Заказ № 1-36-12.

Издательство Тольяттинского государственного университета
445667, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14

