*Задания (задачи)*

*контрольных работ по дисциплине*

«БИОМЕХАНИКА ДВИГАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

*для студентов заочной формы обучения*

*направления 49.03.01 – «Физическая культура»,*

*профиля «Спортивная тренировка»*

*Вариант контрольной работы* выбирается из приведенной таблицы. Объем контрольной работы, должен составлять не менее 20 печатных страниц, шрифт Times New Roman, размер 14, интервал 1,5. Поля: верхнее, нижнее – 2,5; левое - 3,5; правое - 1,5.

Образец титульного листа прилагается (адресная наклейка).

Контрольную работу студент обязан выполнить и сдать в деканат факультета до начала сессии.

***Структура контрольной работы:***

1. Титульный лист с названием темы, фамилии, имени, отчества студента, учебной группы. Год. (Адресная наклейка).

2. Содержание.

3. Введение.

4. Изложение содержания (Глава 1; 2; 3)

5. Выводы.

6.Список литературы и других информационных ресурсов.

Таблица 1.

**Варианты выбора тем на контрольную работу**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Пред***  ***последняя цифра зачетной книжки*** | ***Последняя цифра зачетной книжки*** | | | | | | | | | |
| ***0*** | ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** |
| **Н о м е р а в о п р о с о в** | | | | | | | | | |
| ***0*** | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ***1*** | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 1 | 2 | 3 |
| ***2*** | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| ***3*** | 14 | 15 | 16 | 17 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ***4*** | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| ***5*** | 17 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| ***6*** | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 1 | 2 |
| ***7*** | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| ***8*** | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ***9*** | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |

**Задача 1. Определение ОЦМ графическим способом.**

1. Измерить длину звеньев (см) как расстояние между ограничивающими звеньями центров суставов и запись в таблицу 1. Центр тяжести звена - это воображаемая точка, к которой приложена равнодействующая сил тяжести всех частиц звена. Опытным путем (О.Фишер, Н.А.Бернштейн) были определены средние данные о весе звеньев тела и о положении их центров тяжести. Если принять вес тела за 100%, то вес каждого звена может быть выражен в относительных единицах (%).

2. Рассчитать вес Р(кг) всех звеньев тела:



где: Pi - абсолютный вес звена (кг);

Рт - вес тела исследуемого (кг);

Ротн - относительный вес звена (%)

3. Вычислить расстояние от центра масс (ЦМ) каждого звена до его проксимального конца:

Li = Lзв \* Ki,

где: Lзв - длина звена,

Ki - коэффициент, определяющий относительно расстояние ЦМ от проксимального конца сустава.

4. Построить схематично (по основным суставам) выбранную статическую позу, в соответствии с размерами звеньев тела (табл.1), заменяя сантиметры на миллиметры. В результате чертежа получится собственная поза в масштабе 1:10.

5. На построенной позе отложить Li звеньев тела (табл.1) и отметить положение ЦМ звеньев. ЦМ кисти в расслабленном состоянии лежит в области поясно-фалангового сустава среднего пальца, в сжатом состоянии - в центре кулака. ЦМ головы находится на мысленном пересечении взаимно перпендикулярных линий, проведенных через слуховые отверстия через переносицу (в области турецкого седла). Для построения на чертеже измерить расстояние от слухового отверстия до ключичной впадины в сантиметрах и отложить на схеме.

Для стопы центр масс определить так: отрезок, равный половине длины стопы, отложить под углом 120 град. к стопе. Полученную точку соединить с концами пальцев линией, на которой найти центр масс стопы.

6. Отметить массу каждого звена в % около его центра масс. можно бы поставить и истинные массы звеньев в кг, но для определения общего центра масс достаточно знать соотношения масс. Поэтому можно обойтись процентами для более простых вычислений.

7. Определить положение общего центра масс (точка приложения равнодействующей сил тяжести всех точек тела) тела. Центр тяжести звена - это воображаемая точка, в которой приложена равнодействующая сил тяжести всех частиц звена. Центр тяжести звеньев мы определяем и отмечаем крестиками на чертеже построенной позы.

Сейчас задача состоит в том, чтобы имеющиеся 14 параллельных сил тяжести звеньев тела заменить одной - результирующей по величине, равной сумме всех 14, т.е. весу тела, а по направлению параллельной им.

Таблица 1

Исходные данные для определения ОЦМ тела

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Название звеньев | Относ. вес звена  Pотн (%) | Абсол.вес  звена  Рi (кг) | Длина  звеньев  Lзв (мм) | Кi | Расст.ЦМ звена до его прокс. конца Li (cм) |
| Все тело | 100 |  |  | - |  |
| Голова | 7 |  |  | - |  |
| Туловище | 43 |  |  | 0.44 |  |
| Правое плечо | 3 |  |  | 0.47 |  |
| Левое плечо | 3 |  |  | 0.47 |  |
| Правое предплечье | 2 |  |  | 0.42 |  |
| Левое предплечье | 2 |  |  | 0.42 |  |
| Правая кисть | 1 |  |  | - |  |
| Левая кисть | 1 |  |  | - |  |
| Правое бедро | 12 |  |  | 0.44 |  |
| Левое бедро | 12 |  |  | 0.44 |  |
| Правая голень | 5 |  |  | 0.42 |  |
| Левая голень | 5 |  |  | 0.42 |  |
| Правая стопа | 2 |  |  | 0.44 |  |
| Левая стопа | 2 |  |  | 0.44 |  |

Точка же приложения этой результирующей и будет ОЦМ тела. Графически эту точку можно найти последовательным нахождением точек приложения равнодействующей каких-либо двух сил тяжести звеньев. Воспользуемся правилом определения равнодействующей 2-х параллельных сил, т.е. сложением двух векторов (рис.1).

А С В

\_

Р1 \_

Р2

\_

Р3

Рис.1 Нахождение равнодействующей двух параллельных сил

С - точка приложения равнодействующей силы

\_ \_ \_

Р3 = Р1 + Р2





Положение точки С на прямой находится определением отрезка АС или ВС.

Положение ОЦМ тела зависит от его позы. Поэтому, при последовательном сложении центров масс двух звеньев тела можно брать любые пары, но учитывая парные конечности и то, что силы тяжести головы с туловищем (соответствуют 50%) равны силам тяжести рук и ног, удобнее определить ОЦМ одной руки (сложить последовательно силу тяжести кисти с предплечьем по методу на рисунке 1; полученную точку аналогично сложить с силой тяжести плеча), определить ОЦМ другой руки, определить ОЦМ обеих рук, определить ОЦМ одной ноги, затем другой и обеих ног вместе. Найти ОЦМ головы и туловища и ОЦМ рук и ног, соединить найденные точки прямой линией. Середина этой линии и будет общим центром масс (общим центром силы тяжести) тела спортсмена в данной позе.

**Задача 2. Определение ОЦМ тела аналитическим способом.**

1. На схеме статической позы провести оси координат (Х,Y)(рис.2).

2. Измерить горизонтальную (xi) и вертикальную (yi) координаты ЦТ звеньев, значения занести в таблицу 2.

1

2

3

6

Рис. 2

Yi

Xi

Таблица 2

Расчет координат ОЦМ тела

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Название звеньев | Абсол.вес звеньев Рi (кг) | Хi  (мм) | Yi  (мм) | Pi, Xi  (кг⋅мм) | Рi, Yi  (кг⋅мм) |
| Все тело |  |  |  |  |  |
| Голова |  |  |  |  |  |
| Туловище |  |  |  |  |  |
| Правое плечо |  |  |  |  |  |
| Левое плечо |  |  |  |  |  |
| Правое предплечье |  |  |  |  |  |
| Левое предплечье |  |  |  |  |  |
| Правая кисть |  |  |  |  |  |
| Левая кисть |  |  |  |  |  |
| Правое бедро |  |  |  |  |  |
| Левое бедро |  |  |  |  |  |
| Правая голень |  |  |  |  |  |
| Левая голень |  |  |  |  |  |
| Правая стопа |  |  |  |  |  |
| Левая стопа |  |  |  |  |  |
|  | ∑ Pi = |  |  | ∑PiXi= | ∑PiYi= |

3. Вычислить значения горизонтальных моментов статических сил PiXi и вертикальных моментов статических сил PiYi, действующих на все звенья, относительно осей Х и Y.

Pi - абсолютный вес звена,

Xi - расстояние от ЦТ звена до вертикальной оси,

Yi - расстояние от ЦТ до горизонтальной оси.

4. Найти сумму горизонтальных и вертикальных моментов сил, действующих на звенья тела.

∑ Pi Xi ; ∑ Pi Yi ;

5. Найти горизонтальную и вертикальную координаты ОЦМ тела:



где: Pi - абсолютный вес звена тела;

Xi - горизонтальные координаты ЦТ звена;

Yi - вертикальные координаты ЦТ звена;

Х,Y - координаты ОЦМ

6. Отметить положение ОЦМ на схеме (рис.2.)

7. Определить координаты ОЦМ, найденные графическим способом в данной системе координат и вычислить абсолютную и относительную погрешность способов определения ОЦМ тела.

ΔX = X - Xгр Δ Y = Y - Yгр



**Задача 3. Оценка устойчивости положения тела в постоянной статической позе**

1. Определить площадь опоры по горизонтальной оси Х (рис.2).

2. Соединить ОЦМ с краями площади опоры и опустить перпендикуляр из ОЦМ на опору.

3. Измерить длину площади опоры (l), длину опоры вперед (l1) и назад (l2), высоту расположения ОЦМ (Н). Значение умножить на величину обратную масштабу (0.01м) и записать в таблицу 3.

Таблица 3

Показатели устойчивости тела

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ОЦМ, Н  (м) | Размер площади опоры, l (м) | Положительные проекции ОЦМ (м) | | Углы устойчивости (град) | | Оценки устойчивости |
| l1 | l2 | α | β |
|  |  |  |  |  |  |  |

4. Оценить устойчивость положения тела по углу устойчивости. Он образован линией действия силы тяжести и линией, соединяющей ОЦМ с краем площади опоры. Это граничный угол, на который можно повернуть тело до сохранения его положения (ограничено устойчивым состоянием равновесия). Если угол устойчивости не менее 5 град., то положение принято считать неустойчивым. При угле устойчивости более 5 град. тело находится в ограниченно устойчивом равновесии. При положении ОЦМ ниже площади опоры тело будет находиться в устойчивом состоянии.

5. Рассчитать коэффициент устойчивости по формуле:



6. Сделать вывод об устойчивости тела.

**Задача 4. Определение момента инерции тела спортсмена**

***Инертность*** - это свойство тела сохранять свое состояние покоя или равномерного движения при вращательных действиях. Мерой инертности является момент инерции. Он равен произведению масс всех материальных точек тела на квадрат радиуса от данной точки до оси вращения:



где: J - суммарный момент инерции тела спортсмена;

mi - массы звеньев тела, кг;

ri - расстояние от центра масс звена по вероятной оси или точки вращения тела, м.

1. За точку опоры тела можно принять середину площади опоры тела в данной статической позе (рис.2). Записать абсолютные веса звеньев тела (кг) в таблицу 4. Сумма всех абсолютных весов звеньев тела равна весу тела (Рi).

Таблица 4

Моменты инерции звеньев тела

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название звеньев | Абсолютная  масса звена  (mi), кг | Радиус  вращения  (ri), м | Момент  инерции звена  (Ji), кг м2 |
| Голова |  |  |  |
| Туловище |  |  |  |
| Правое плечо |  |  |  |
| Левое плечо |  |  |  |
| Правое предплечье |  |  |  |
| Левое предплечье |  |  |  |
| Правая кисть |  |  |  |
| Левая кисть |  |  |  |
| Правое бедро |  |  |  |
| Левое бедро |  |  |  |
| Правая голень |  |  |  |
| Левая голень |  |  |  |
| Правая стопа |  |  |  |
| Левая стопа |  |  |  |
|  | Pi=∑ mi = |  | J = ∑ Ji= |

2. Измерить радиусы вращения всех звеньев тела (мм), умножить на коэффициент, равный величине обратной масштабу (0,001), и записать полученные данные в таблицу 4.

3. Вычислить моменты инерции звеньев тела по формуле:



Моменты, вращающие тело по часовой стрелке, считать со знаком (+), а против часовой стрелки — со знаком (-).

4. Определить момент суммарной инерции тела спортсмена (J), учитывая знаки моментов инерции звеньев (+ или -).

5. Оценить устойчивость тела по величине знака (+ или - ) момента инерции тела. При J= 0 тело сохраняет равновесие. При величине момента инерции больше или меньше нуля тело сохраняет статическую позу за счет работы определенных групп мышц.

6. Выделить группы мышц, обеспечивающих сохранение положения тела в данной спортивной позе. Сделать выводы и дать рекомендации по положению звеньев тела в данной статической позе, обеспечивающих получение оптимальных оценок.