

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6-8

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИПА КОНСТИТУЦИИ ТЕЛА И ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ МЫШЦ НА КРОВΟΣНАБЖЕНИЕ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Цель работы - изучить влияние типа конституции тела и физической нагрузки мышц на распределение крови и давления по тканям человеческого организма.

Задание к работе - 1) ознакомиться с описанием работы с программой; 2) просчитать программу согласно исходным данным; 3) выполнить обработку результатов и оформить отчет; 4) выполнить анализ полученных данных.

1.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1.1. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТИПА КОНСТИТУЦИИ И ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Одной из актуальных проблем в области безопасности полетов в авиации и космонавтике является разработка средств защиты, направленных на компенсацию гиподинамии в условиях длительной невесомости. Особое значение при этом имеют индивидуальные особенности организма для различных возрастов, типа конституции, пола, а также состояния организма: избыточный вес. Особое значение при решении задачи компенсации гиподинамии и невесомости имеет подбор величины физической нагрузки, а также конкретные группы мышц.

Наглядным примером сложности задачи может служить пример необходимости реабилитации космонавтов даже после коротких полетов. Несмотря на наличие на борту корабля специальных велотренажеров и беговых дорожек после приземления у них наблюдается временное расстройство способности ходить. Причина состоит в том, что велотренажеры развивают только 50 % мышц ног (верхнюю и нижнюю мышцы) и приводят к дистрофии оставшихся боковых. В результате после посадки наблюдается явление ортостатической неустойчивости (эффект «кузнечика»): встать-сесть космонавт может, а нести боковые нагрузки при ходьбе – нет, что требует время на восстановление. Разработка тренажеров на боковые мышцы позволит бороться с этим явлением.

В настоящей лабораторной работе выполняется комплексное изучение данного вопроса по следующей схеме:

Названия и цели лабораторных работ

№ работы	название работы
6	Исследование влияния типа конституции тела и физической нагрузки мышц на кровоснабжение организма человека в условиях Земли <i>Цель</i> – изучить влияние физической нагрузки на различные типы людей
7	Исследование влияния типа конституции тела и физической нагрузки мышц на кровоснабжение организма человека в условиях длительной невесомости <i>Цель</i> – изучить воздействие невесомости на различные типы людей, а также возможности ее компенсации с помощью физической нагрузки
8	Исследование влияния типа конституции тела и физической нагрузки мышц на кровоснабжение организма человека при действии перегрузок на организм <i>Цель</i> – изучить воздействие перегрузки на различные типы людей, а также возможности ее компенсации за счет тренированности организма

1.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1.2.1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В настоящей работе производится исследование воздействия типа конституции тела и физической нагрузки мышц на распределение крови по тканям. При этом моделируются три задачи:

Задача 1. Моделирование типа конституции тела. В работе моделируются три наиболее распространенных состояния организма человека: *офис-менеджер* (офис-мен) – люди с малоподвижным образом жизни (гиподинамия); *норма* (норма-мен) – человек с наличием общего физического развития; *спортсмен* – типа конституции тела с увеличенной физической нагрузкой на определенные группы мышц. Кроме того, в программе дополнительно предусмотрен задание две формы телосложения: *плотное* – с развитым туловищем и руками, *худощавое* – со слаборазвитым мышечным корсетом. Задание типа конституции производится за счет изменение *тонуса капилляров* в мышцах (*спазм* моделирует офис-мена, *расширение* – спортсмена).

Таблица 1

Тип конституции тела

тип	<i>офис-менеджер</i> (офис-мен)	<i>норма</i> (норма-мен)	<i>спортсмен</i>
свой-ства	люди с малоподвижным образом жизни (легкая форма гиподинамии). 	человек с наличием общего физического развития 	с увеличенной физической нагрузкой на определенные группы мышц 

Задача 2. Моделирование физической нагрузки. Наличие-отсутствие физической нагрузки приводит к характерным изменениям в капиллярах мышц. В работе моделируются три наиболее распространенных случая: *дистрофия мышц* – в случае снятия нагрузки с мышц рук, ног, туловища определенная доля групп мышц атрофируется; *нормальный тонус мышц* – мышцы имеют обычную нагрузку и капилляры находятся в норме; *гипертонус мышц (тренированные мышцы)* – увеличенная физическая нагрузка приводит к усиленному развитию капилляров. В работе предусмотрена возможность моделирования физической нагрузки на различные группы мышц: рук, ног, туловища. Задание степени развитости мышц производится за счет изменения доли развитых и неразвитых капилляров в мышце: *уменьшение доли развитых капилляров* мышц моделирует недостаток нагрузки (крайний случай - отсутствие), *увеличение доли* – моделирует восстановление мышц в результате избытка нагрузки (физические упражнения, тренажеры).

Таблица 2

Влияние физической нагрузки на тонус мышц

тип	дистрофия мышц	нормальный тонус мышц	гипертонус мышц
свой- ства	в случае снятия нагрузки с мышц определенная доля капилляров атрофируется	мышцы имеют обычную нагрузку и капилляры находятся в норме	увеличенная физическая нагрузка приводит к усиленному развитию капилляров

Задача 3. Моделирование условий длительной невесомости. В данной задаче моделируется совместное действие физической нагрузки и невесомости. Коэффициент перед $g = 0$ моделирует невесомость. *Тип конституции* (задача 1) – вариант космонавта (оператор, нормальный тип, спортсмен). *Физическая нагрузка* (задача 2) – отсутствие тренажеров (дистрофия), наличие тренажеров (восстановление мышц и компенсация невесомости).

Задача 4. Моделирование перегрузок (катапультирование, старт ракет). В данной задаче моделируется воздействие перегрузок на различные типы конституции тела человека. Коэффициент перед $n = -10...10$ моделирует величину отрицательной-положительной перегрузки. *Тип конституции* (задача 1) – вариант летчика или космонавта (оператор, нормальный тип, спортсмен). *Физическая нагрузка* (задача 2) – отсутствие тренажеров (дистрофия), наличие тренажеров (восстановление мышц и компенсация невесомости).

1.2.2. ОПИСАНИЕ МОДЕЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ

Задача 1. Моделирование типа конституции тела. Задание типа конституции выполняется через 14 - 16 строки таблицы ввода параметров:

```

-----
I 14 I      N_DK1-nach-D-kapilar      I 8.00000 I
I 15 I      N_DK2-kon-D-kapilar       I 12.00000 I
I 16 I      N_DK3-shag-D-kapilar      I 2.00000 I
-----

```

В строке 14 задается начальное значение счетчика в цикле N_DK1 , в строке 15 - конечное значение N_DK2 , а в строке 16 - шаг цикла N_DK3 . Значение счетчика N_DK соответствует состоянию капилляров следующим образом:

Таблица 3

Значение счетчика N_DK	Значение диаметра ка- пилляров	Задача
8	$DK < DK_{\text{норм}}$	<i>офисменеджер</i> (офис-мен)
10	$DK_{\text{норм}}$	<i>норма</i> (норма-мен)
12	$DK > DK_{\text{норм}}$	<i>спортсмен</i>

Моделирование формы телосложения. Производится с помощью выбора ткани через строку 20 таблицы ввода параметров, используемых в программе:

I 20 I N_TK - nomer tkani I 1.00000 I

Значение счетчика N_TK задает следующие варианты степени гиподинамии:

Таблица 4

Значение счетчика	телосложение	Ткань организма
10	<i>плотное</i>	крупное тело, ослабленные мышцы рук, ног
11	<i>худощавое</i>	ослабленные мышцы рук, ног и туловище)

Задача 2. Моделирование физической нагрузки. Моделирование состояния капилляров мышц выполняется через 23 ... 26 строки таблицы ввода параметров, используемых в программе:

 I 23 I N_DM1-nach-D-morf-myskl I -10.00000 I
 I 24 I N_DM2-kon-D-morf-myskl I 10.00000 I
 I 25 I N_DM3-shag-D-morf-myskl I 1.00000 I

В строке 23 задается начальное значение счетчика в цикле N_DM1, в строке 24 - конечное значение N_DM2, а в строке 25 - шаг цикла N_DM3. Значение счетчика N_DM соответствует изменению степени развитости мышц следующим образом:

Таблица 5

Значение счетчика N_DM	Задача
-10 ... 0	<i>дистрофия</i> части мышц (эффект «кузнечика»)
0	<i>нормальное</i> состояние мышц
0 ... 10	<i>тренированные</i> мышцы (компенсация тренажерами)

Задание *тренируемых мышц* выполняется через строку 26 таблицы ввода параметров, используемых в программе:

I 26 I N_MY - nomer myskl tkani I 7.00000 I

Значение счетчика N_MY соответствует следующим типам физической нагрузки:

Таблица 6

Значение счетчика	Ткань организма	Тип нагрузки
2	мышцы рук	 волейбол, теннис, бадминтон
5	мышцы туловища	 борьба, гребля, гиперэкстензия, пресс
7	мышцы ног	 футбол, бег, велосипед
10	мышцы рук и ног	 легкая атлетика, аэробика
11	мышцы рук, ног, туловища	 плавание, белояр

Задача 3. Моделирование условий длительной невесомости. Моделирование значения коэффициента перед g выполняется через 5 - 7 строки таблицы ввода параметров, используемых в программе:

I 5 I N_G1- nach-GRAVITATIA I 10.00000 I
I 6 I N_G2- kon- GRAVITATIA I 0.00000 I
I 7 I N_G3- shag- GRAVITATIA I -10.00000 I

В задаче гиподинамии в условиях длительной невесомости в строке 5 задается начальное значение счетчика коэффициента в цикле $N_G1 = 0$, в строке 6 - конечное значение $N_G2 = 0$, а в строке 7 - шаг цикла $N_G3 = 1$.

1.2.3. АЛГОРИТМ ЗАМЕНЫ ПАРАМЕТРОВ

Алгоритм. Для замены параметра необходимо набрать соответствующую строку параметров цикла и вставить значение счетчиков согласно варианту задания.

Шаг 1. Вызов заменяемой строки. На первом шаге в ответ на запрос набираем номер строки 14, после нажатия enter на экране появляется следующее сообщение:

I 14 I N_DK1-nach-D-kaipar I 5.00000 I

Шаг 2. Ввод численного значения параметра. Курсор будет стоять в начале поля числа, справа от него будет стоять предыдущее значение параметра. Для замены параметра необходимо набрать соответствующее варианту значение параметра (например, 5.), поставить после числа точку и нажать enter.

Шаг 3. Запуск программы на счет. После окончания ввода данных на вопрос о номере строки необходимо набрать цифру «0». После завершения расчетов на мониторе вновь появится заставка программы: если необходимо выполнить вторую серию расчетов – необходимо набрать «1» и задать новые исходные данные. Если расчеты закончены – набирается «0».

Таблица исходных данных

Задание типа конституции тела. Данные выбираются из колонок № 3 ... 7 таблицы 7, 8 или 9.

Задание величины физической нагрузки. Данные выбираются из колонок № 7 ... 10 таблицы 7, 8 или 9.

Моделирование значения коэффициента перед g. Данные выбираются из колонки № 11 таблицы 7, 8 или 9.

1.2.4. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА

После завершения работы программы необходимо построить графики распределения крови и давления по тканям кровеносной системы. Схема и порядок оформления даны в Приложении 1.

1.2.5. СХЕМА АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализ результатов представляет собой краткую качественную и количественную характеристику полученных табличных и графических зависимостей. В случае моделирования физических процессов необходима их физическая интерпретация.

Распределения крови по тканям. Тип конституции. В таблице результатов и на графике (рис. 1) представлены значения МОК для трех типов конституции: *офис-мена* (левые графики), *нормального* состояния (в центре) и *спортсмена* (правые графики). Центральные выделенные точки на графиках (круг, квадрат и ромб при $x = 0$) соответствуют обычной физической нагрузке и тону мышц.

Снятие физической нагрузки. Для нормы и офис-мена это временное ограничение подвижности, например в результате болезни. Для спортсмена – это может быть переход на меньшее количество тренировок в неделю. На графиках – это значения влево ($x < 0$). В результате возникает состояние атрофии части мышц, вызванное снятием физической нагрузки (при $x = -10$ примерно для 50 % мышц).

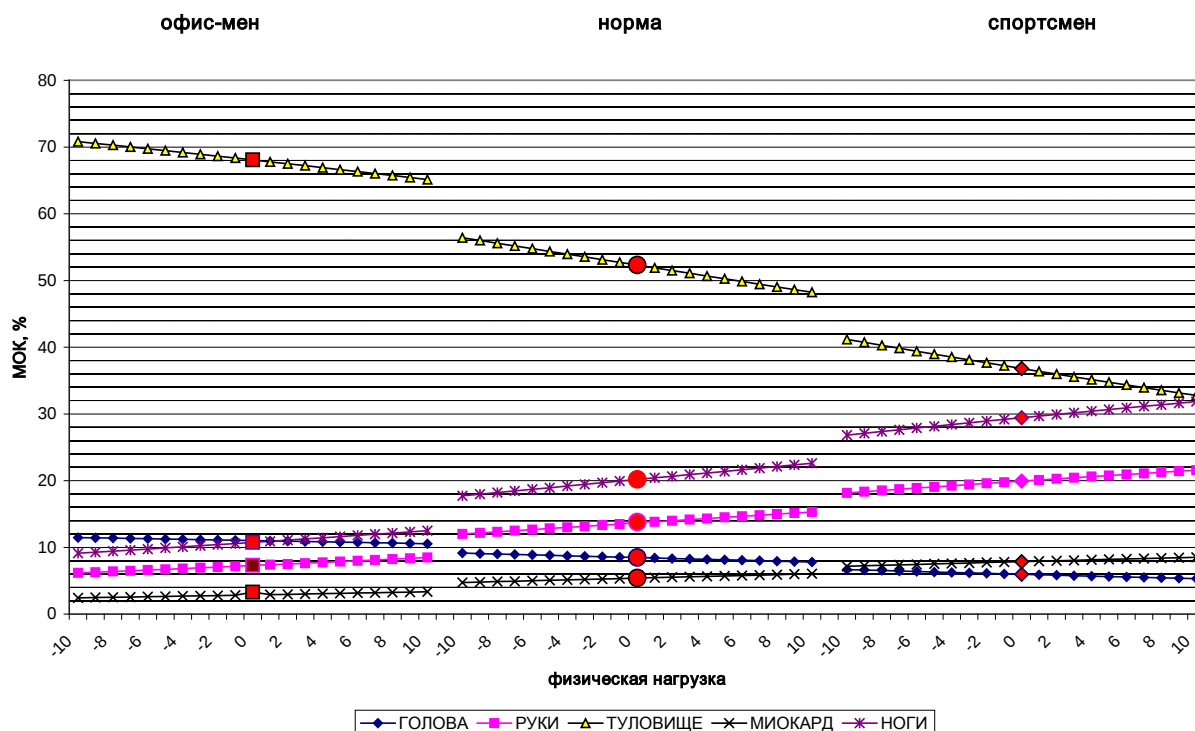


Рис. 1. Влияние физической нагрузки на различные типы конституции тела

Увеличение физической нагрузки. Для нормы и офис-мена это введение в образ жизни спортивно-оздоровительных тренировок (бег, гимнастика, велосипед и т.п.). Для спортсмена – это может быть переход на большее количество тренировок в неделю. На графиках – это значения вправо ($x > 0$). В результате возникает состояние гипертонуса части мышц, вызванное их тренировкой (при $x = 10$ примерно для 50 % мышц).

Алгоритм анализа данных. Для количественной оценки степени влияния фактора требуется оценить отклонение по следующей логике:

$$\Delta \text{МОК}_{\text{ткань}} = \frac{\left| \text{МОК}_{\text{норма}} \right| - \left| \text{МОК}_{\text{отклонение}}^{\text{наличие-отсутствие нагрузки}} \right|}{\left| \text{МОК}_{\text{норма}} \right|} * 100\%$$

Распределение крови зависит от расположения тканей относительно миокарда (сердца). Максимальное отклонение расхода крови от нормы наблюдается для двух наиболее удаленных от сердца тканей:

- выше миокарда - голова;
- ниже миокарда - внутренности, ноги.

Отклонения МОК от нормы по предложенной схеме оцениваются для указанных в таблице типов физической нагрузки в случае наличия и отсутствия физической нагрузки для трех типов конституции. Полученные значения сравниваются с биологическими порогами и делается качественный вывод о степени опасности гиподинамии, а также о степени эффективности исследуемых тренажеров.

Для работы № 7 и № 8 оценка проводится как для условий Земли, так и в невесомости, а также при действии перегрузок.

1.3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К РАБОТЕ

Варианты заданий ЛР № 6

Таблица 7

	пол		тип конституции тела				величина физической нагрузки				грав.
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Пол	Возраст	N_DK1 (строка 14)	N_DK2 (строка 15)	N_DK3 (строка 16)	N_TK (строка 20)	N_DM 1 (строка 23)	N_DM 2 (строка 24)	N_DM 3 (строка 25)	N_MY (строка 26)	N_G1 (строка 5 - 6)
1	Мужской	10	8	12	2	10	-10	10	1	5; 7	10
2	Мужской	20	8	12	2	10	-10	10	1	5; 7	10
3	Мужской	30	8	12	2	10	-10	10	1	5; 7	10
4	Мужской	40	8	12	2	10	-10	10	1	5; 7	10
5	Мужской	50	8	12	2	10	-10	10	1	5; 7	10
6	Женский	10	8	12	2	11	-10	10	1	5; 7	10
7	Женский	20	8	12	2	11	-10	10	1	5; 7	10
8	Женский	30	8	12	2	11	-10	10	1	5; 7	10
9	Женский	40	8	12	2	11	-10	10	1	5; 7	10
10	Женский	50	8	12	2	11	-10	10	1	5; 7	10

Варианты заданий ЛР № 7

Таблица 8

	пол		тип конституции тела				величина физической нагрузки				грав.
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Пол	Возраст	N_DK1 (строка 14)	N_DK2 (строка 15)	N_DK3 (строка 16)	N_TK (строка 20)	N_DM1 (строка 23)	N_DM2 (строка 24)	N_DM3 (строка 25)	N_MY (строка 26)	N_G1 (строка 5 - 6)
1	Мужской	10	8	12	2	10	-10	10	1	5; 7; 10	0
2	Мужской	20	8	12	2	10	-10	10	1	5; 7; 10	0
3	Мужской	30	8	12	2	10	-10	10	1	5; 7; 10	0
4	Мужской	40	8	12	2	10	-10	10	1	5; 7; 11	3
5	Мужской	50	8	12	2	10	-10	10	1	5; 7; 11	3
6	Женский	10	8	12	2	11	-10	10	1	5; 7; 11	0
7	Женский	20	8	12	2	11	-10	10	1	5; 7; 11	0
8	Женский	30	8	12	2	11	-10	10	1	5; 7; 11	0
9	Женский	40	8	12	2	11	-10	10	1	5; 7; 10	3
10	Женский	50	8	12	2	11	-10	10	1	5; 7; 10	3

Варианты заданий ЛР № 8

Таблица 9

	пол		тип конституции тела				величина физической нагрузки				ускор.
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Пол	Возраст	N_DK1 (строка 14)	N_DK2 (строка 15)	N_DK3 (строка 16)	N_TK (строка 20)	N_DM1 (строка 23)	N_DM2 (строка 24)	N_DM3 (строка 25)	N_MY (строка 26)	N_U1 (строка 8 - 9)
1	Мужской	10	8	12	2	10	-10	10	1	5; 7; 10	1
2	Мужской	20	8	12	2	10	-10	10	1	5; 7; 10	2
3	Мужской	30	8	12	2	10	-10	10	1	5; 7; 10	3
4	Мужской	40	8	12	2	10	-10	10	1	5; 7; 11	4
5	Мужской	50	8	12	2	10	-10	10	1	5; 7; 11	5
6	Женский	10	8	12	2	11	-10	10	1	5; 7; 11	1
7	Женский	20	8	12	2	11	-10	10	1	5; 7; 11	2
8	Женский	30	8	12	2	11	-10	10	1	5; 7; 11	3
9	Женский	40	8	12	2	11	-10	10	1	5; 7; 10	4
10	Женский	50	8	12	2	11	-10	10	1	5; 7; 10	5