

ФИЗИКА ЧЕЛОВЕКА

Семушкин Д.А.

г. Калуга, МБОУ «СОШ № 15», 8 класс

Руководитель: Андреева Ю.В., г. Калуга,
МБОУ «СОШ № 15», учитель физики

Физика – одна из основных наук о природе.

На уроках физики мы часто рассматриваем физические явления и законы, в основном связанные с неживой природой, а о живой говорим мало. Но живая природа тоже уникальна, и здесь действуют все законы физики.

Насекомые передвигаются, скользя по глади воды, и не тонут, так как их вес не преодолевает силу поверхностного натяжения воды. Многие перелетные птицы во время длительных путешествий выстраиваются в клин, чтобы уменьшить силу трения о воздух и силу сопротивления.

А что уж говорить о самом человеке? Он – часть природы. В нем самом и в его действиях много физического явления.

Я решил подтвердить гипотезу о том, что на организм человека действует большое количество сил, как внешних, так и внутренних.

Цель работы: научиться применять законы физики для объяснения законов и процессов, протекающих в организме человека, и исследовать свои физические характеристики.

Задачи работы:

- осуществить подбор и анализ материала, отвечающего на вопрос: какие физические явления и процессы играют важную роль в жизни человека;

- опираясь на знания, полученные в этом учебном году, провести ряд опытов, раскрывающих физические характеристики моего организма;

- сделать выводы по полученным результатам.

Методы исследования:

- теоретический (сбор и изучение материала в различных источниках: литература, Интернет-ресурс);

- эмпирический (измерения, расчет физических данных).

Предмет исследования: физические характеристики организма человека.

Объект исследования: мой организм.

Практическая значимость работы заключается в том, что знание личных физических характеристик имеет значение для определения резерва физического здоровья

человека. Также не менее важно знать, какие физические законы объясняют процессы, протекающие в организме.

Результаты моей работы актуальны и представляют интерес для людей, которые интересуются физикой, и стремятся **познать себя, свой организм, своё тело с точки зрения физики.**

1. Физика человека

Рассмотрим основные процессы жизнедеятельности человека и попробуем объяснить их с точки зрения физики.

1.1. Силы, действующие на человека

Если рассматривать человека как объект изучения физики, то можно увидеть, что многие привычные нам действия подчиняются ее законам.

Любое движение, упражнение, положение тела осуществляется при взаимодействии сил, оказывающих действие на тело человека. Эти силы подразделяют на внешние и внутренние.

Внешние – это силы, действующие на человека извне, при взаимодействии его с внешними телами (земля, гимнастические снаряды, любые предметы). Наибольшее значение для движений человека имеют *сила тяжести, сила реакции опоры и сила сопротивления среды*. Спортсмены, выполняя упражнения со штангой, учитывают силу тяжести, направленную вниз. Если бы не существовало трения, человек не мог бы ходить и бегать: нога, которой производится отталкивание, скользила бы назад, и перемещение тела было бы невозможно (нечто подобное наблюдается при ходьбе по скользкому льду). Сила сопротивления среды действует на тело человека при его движениях в воздушной или водной среде. Уменьшают тормозящее влияние среды принимая наиболее выгодную (обтекаемую) форму тела.

Внутренние силы возникают внутри тела человека при взаимодействии частей тела. Основная активная внутренняя сила – сила сокращения мышц.

Если силы, действующие на тело, уравновешены, то оно находится в покое; если же их равнодействующая не равна нулю,

то тело перемещается в направлении этой равнодействующей.

Каждая из сил может быть движущей или тормозящей. Например, сила тяжести при движении вниз является движущей силой, а при движении вверх – тормозящей. Сила попутного ветра, например, при ходьбе – движущая сила, а сила встречного ветра – тормозящая.

Для человека также характерна инерция. Ее типичным случаем являются прыжки. В начале прыжка тело человека находится под действием силы, развиваемой мышцами ног. Пока они не отрываются от поверхности земли. После этого никакого двигательного усилия уже не нужно. Тело движется вперед, преодолевая сопротивление воздуха и силу тяжести, исключительно вследствие инерции.

Человек может развивать большую силу, если будет двигаться с ускорением. Следовательно, чем лучше разогнаться, тем дальше будет прыжок.

1.2. Деформация

На примере человека можно проследить все виды деформации.

Деформацию сжатия испытывают позвоночный столб, нижние конечности, покровы ступней; растяжения – верхние конечности, связки, сухожилия; изгиба – позвоночник, кости таза; кручения – шея при повороте головы, туловище в пояснице при повороте, кисти рук при вращении и др. (Приложение 1).

Позвоночный столб, как правило, подвергается сжатию как под воздействием веса тела, так и натяжения различных мышц и сухожилий. Для их удержания и обеспечения подвижности он имеет сложную S-образную форму. Позвоночник – наиболее рано стареющий орган, поэтому его изменения начинаются уже с 18-летнего возраста.

Деформация характерна и для мышц человека. Мышечная ткань обладает свойством растягиваться и сокращаться, ей присущи эластичность и упругость. В теле человека насчитывается около 600 мышц.

1.3. Равновесие

Центр тяжести существует у любого тела (Приложение 2).

Почему человек, несущий груз на спине, наклоняется вперед? Груз изменяет положение центра тяжести, и человек, находящийся в неустойчивом положении наклоняется, чтобы вертикаль, проходящая через центр тяжести, прошла через центр опоры.

Почему трудно стоять на одной ноге? Площадь опоры мала. Поэтому человеку,

стоящему на одной ноге, трудно удержать равновесие.

Почему при ходьбе люди размахивают руками? Когда человек перемещает ногу вперед, вперед смещается и центр тяжести. Чтобы сохранить первоначальное положение центра тяжести, руку отводят назад, такое чередование повторяется при каждом шаге.

1.4. Рычаги в теле человека

В скелете человека все кости, имеющие некоторую свободу движения, являются рычагами. Например, кости конечностей, нижняя челюсть, череп, фаланги пальцев.

Рука представляет собой совершенный рычаг, точка опоры которого находится в локтевом суставе (Приложение 3). Под действием силы рычаг – рука поднимает груз, находящийся на ладони. Чтобы удержать груз, необходимо усилие мышцы, в десять раз превышающую величину груза.

Почему вытянутой рукой нельзя удержать такой же груз, как согнутой? Если вы подняли гирию в несколько килограммов и держите её на весу, то с точки зрения механики мы совершили работу только при поднятии груза, но держать гирию на весу не легче, чем поднять её вверх, хотя работа равна нулю. Это объясняется тем, что мышцы, приводящие в движении руки или ноги, способны к быстрым сокращениям, но каждое сокращение длится малое время. Сокращение мышцы вызывается сигналом, поступающим к ней по нервам головного мозга. Если длительное время держать груз на весу, такие сигналы непрерывно друг за другом поступают к мышце. Когда приходит очередной сигнал, мышца сокращается, но тут же сама по себе расслабляется до получения следующего сигнала. В результате груз, который мы держим, испытывает малые колебания вверх и вниз. Рука дрожит, что особенно заметно, если гирию держать достаточно долго. Скелетные мышцы не способны удерживать груз в строго определенном положении. При периодическом поднятии груза на малые расстояния работа будет совершаться. Поэтому рука устает, не только когда мы поднимаем груз, но и когда держим его на весу.

Одни из самых сильных мышц у человека те, что расположены по обе стороны рта и отвечают за сжатие челюстей. Они способны развивать усилие до 700 Н. Согласно исследованиям у плачущего человека задействованы 43 мышцы лица, в то время как у смеющегося всего 17. Таким образом смеяться энергетически выгодно.

Строение и форма мышц зависит от той работы, которую приходится им чаще всего выполнять. Сила, развиваемая мышцей, явля-

ется геометрической суммой сил отдельных волокон. Поэтому, чем толще мышца, тем она сильнее, – например, икроножная мышца. Она может поднять груз массой до 130 кг.

Если бы все мышцы человека напрягались, они бы вызвали силу давления, примерно равную 250 кН.

1.5. Движение крови

Сосуды пронизывают все участки нашего тела (Приложение 4). Кровь течет по ветвям артерий до капилляров. Их общая длина около 100 тыс. км.

Сердце – это насос, нагнетающий кровь в артериальную систему. Оно работает в импульсном режиме. Во время каждого импульса, длящегося примерно 0,25 с, сердце выталкивает в аорту около 0,1 л крови. Удивительный двигатель в среднем за сутки сокращается 100 тыс. раз и перекачивает при этом 10 тыс. литров крови. Вследствие насосной функции сердца в сосудах создается постоянное давление крови. Кровь течет по ним из области высокого давления в область низкого.

1.6. Питание

Пища, находясь в полости рта человека, проталкивается в глотку, а затем к пищеводу мышечными сокращениями языка. Затем происходит сокращение мышц пищевода, и пища проходит в желудок. Роль смазки в данном процессе играет слюна. Она обволакивает пищу, тем самым уменьшая силу трения, возникающую при ее движении по пищеводу.

А как мы пьем? При питье мы расширяем грудную клетку, под давлением наружного воздуха жидкость устремляется в то пространство, где давление меньше, и таким образом проникает в наш рот. Итак, строго говоря, мы пьем не только ртом, но и легкими.

1.7. Диффузия в организме человека.

Дыхание

В процессе всасывания пищи большую роль играет диффузия – взаимное проникновение молекул одного вещества в другое.

Наибольшее всасывание происходит в тонких кишках, стенки которых приспособлены для этого. Площадь внутренней поверхности кишечника человека равна 0,65 м². Она покрыта ворсинками – микроскопическими образованиями слизистой оболочки высотой 0,2 – 1 мм, за счет чего площадь реальной поверхности кишечника достигает 4 – 5 м², то есть в 2-3 раза больше площади поверхности всего тела.

Дыхание – это перенос кислорода из окружающей среды внутрь организма

сквозь его покровы, тоже является примером диффузии. В дыхании у человека принимает участие вся поверхность тела. Особенно интенсивно дышит кожа на груди, спине и животе.

Однако, во всем дыхательном процессе участие кожи ничтожно по сравнению с легкими. При вдохе объем грудной клетки и легких увеличивается, при этом в них понижается давление, и воздух через нос и горло входит в легочные пузырьки. При выдохе объем грудной клетки и легких уменьшается. Давление в легочных пузырьках увеличивается, и воздух с избыточным содержанием углекислого газа выходит из легких наружу.

Сколько воздуха мы вдыхаем?

При каждом вдохе человек вводит в свои легкие около поллитра воздуха. В минуту мы делаем в среднем 18 вдохов. Значит, за одну минуту в нашем теле успевает побывать 9 литров воздуха. Это составляет в час 540 л. За сутки человек вдыхает около 12 кубометров воздуха. Но, если принять в расчет, что вдыхаемый воздух состоит на 4/5 из бесполезного для дыхания азота (Приложение 5), то оказывается, что наше тело потребляет кислорода около 8 кг, то есть примерно столько же по весу, сколько и пищи (твердой и жидкой).

2. Исследовательская часть: определение физических показателей моего организма

Для расчета физических показателей моего организма с помощью напольных весов и ростомера я измерил свой рост и вес:

- мой рост – 171 см
- масса тела – 47 кг.

2.1. Определение объема тела

Объем тела я определял двумя способами:

- 1) по объему вытесненной воды.

Для этого в ванну была налита вода и отмечен ее уровень. Затем я полностью погрузился в воду и отметил новый уровень. После этого емкостью известного объема (банкой) долил воду до отмеченного второй раз уровня. Объем долитой воды равен объему моего тела.

Объем тела, измеренный данным способом, равен 46 л = 0,046 м³.

- 2) математически (Приложение 6).

Для этого я измерил обхват головы l_1 , длину туловища l_2 , ширину туловища b_2 , толщину туловища h_2 , длину руки L_p , обхват предплечья l_{p1} , обхват ладони l_{p2} , длину ноги L_H , обхват ноги в районе бедра l_{H1} , обхват ноги в районе щиколотки l_{H2} .

Полный объем тела определяла по формуле:

$$V_{\text{общ}} = V_{\Gamma} + V_{\Gamma} + 2V_{\Gamma} + 2V_{\dots}$$

где объем головы $V_{\Gamma} = \frac{1}{6\pi^2} l_{\Gamma}^3$ (объем шара),

объем тела $V_{\Gamma} = l_{\Gamma} \cdot b_{\Gamma} \cdot h_{\Gamma}$ (объем параллелепипеда),

объем руки:

$$V_P = \frac{1}{12\pi} L_P (l_{P1}^2 + l_{P2}^2 + l_{P1} \cdot l_{P2}) \text{ (объем}$$

усеченного конуса),

объем ноги :

$$V_H = \frac{1}{12\pi} L_H (l_{H1}^2 + l_{H2}^2 + l_{H1} \cdot l_{H2})$$

(объем усеченного конуса).

Получены результаты:

обхват головы l_{Γ} , м	0,56					объем головы V_{Γ} , м ³	0,003
длина туловища l_{Γ} , м	0,57	ширина туловища b_{Γ} , м	0,29	толщину туловища h_{Γ} , м	0,16	объем туловища V_{Γ} , м ³	0,026
длина руки L_P , м	0,78	обхват предплечья l_{P1} , м	0,24	обхват ладони l_{P2} , м	0,14	объем руки V_P , м ³	0,002
длина ноги L_H , м	0,87	обхват ноги в районе бедра l_{H1} , м	0,41	обхват ноги в районе щиколотки l_{H2} , м	0,19	объем ноги V_H , м ³	0,006
общий объем $V_{\text{общ}}$, м ³							0,045

Результаты, полученные двумя способами, близки по значению. Для дальнейших расчетов я буду использовать их среднее значение.

2.2. Определение плотности тела

Плотность тела рассчитывалась по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

где m – масса тела

V – объем тела

$$\rho = 47 / 0,0455 = 1033 \text{ кг/м}^3$$

Средняя плотность человека равна 1036 кг/м³. Таким образом, рассчитанная мной плотность близка по значению к данному показателю.

2.3. Определение давления, оказываемого на пол

Для расчета давления, оказываемого на пол, я, стоя на тетрадном листе, обвел стопу (в спортивной обуви и босиком) (Приложение 7). По числу клеток я определил площадь стопы s (1 клетка = 0,25 см²), перевел полученную величину в м².

Давление, оказываемое на пол, рассчитывается по формуле:

$$p = \frac{F}{S}$$

где F – сила тяжести ($F = mg$)

S – площадь поверхности, оказывающей давление ($S=2s$) Получены результаты:

	Масса тела, кг	Ускорение свободного падения, м/с ²	Сила тяжести, Н	Площадь поверхности, м ²	Давление, кПа
Босиком	47	10	470	0,0402	11,7
В обуви				0,0456	10,3

2.4. Определение средней скорости движения

Средняя скорость движения рассчитывалась на дистанции 30 м (Приложение 8) при прохождении ее обычным шагом (три попытки) по формуле:

$$v = \frac{S}{t}$$

где S – расстояние

t – время прохождения дистанции

Аналогично рассчитана максимальная средняя скорость при беге на эту дистанцию.

Получены результаты:

	Расстояние, м	Время, с	Среднее время, с	Средняя скорость движения	
				м/с	км/ч
обычным шагом	30	23,8	23,6	1,27	4,57
		23,4			
		23,6			
бегом		8,01	7,98	3,8	13,68
		7,96			
		7,97			

Моя скорость движения соответствует нормальной скорости движения человека при ходьбе.

2.5. Определение средней мощности при подъеме по лестнице

Данный показатель рассчитывался мной при спокойном подъеме по лестнице на пятый этаж и при подъеме бегом (Приложение 9).

Для определения высоты подъема была измерена высота одной ступеньки и посчитано количество ступенек на пятый этаж. Далее мной вычислена работа, совершенная при подъеме на данную высоту, по формуле:

$$A = mgh \text{ где } m - \text{масса тела}$$

$$g - \text{ускорение свободного падения}$$

$$h - \text{высота подъема}$$

Я засекаю время при спокойном и быстром подъеме и рассчитываю мощность:

$$N = \frac{A}{t}$$

где A – работа, совершаемая при подъеме
 t – время подъема

Для более точного определения показателя каждый подъем был произведен три раза.

Получены результаты:

	Высота одной ступеньки, м	Кол-во ступенек, шт	Высота подъема, м	Работа, Дж	Время движения, с	Среднее время движения, с	Средняя мощность, Вт
Спокойный подъем	0,13	88	11,44	5376,8	51	50	107,5
					50		
					49		
Быстрый подъем					25	26,6	202,1
					28		
					27		

При быстром подъеме мощность увеличивается почти в два раза.

2.6. Определение механической работы при прыжке в высоту

Для определения механической работы при прыжке в высоту мной были измерены высота планки (h), которую я перепрыгиваю на уроке физкультуры, и высота центра тяжести – на уровне поясницы (H).

Расчет механической работы выполнен по формуле:

$$A = \frac{mg}{(h - H)}$$

где m – масса тела
 g – ускорение свободного падения
 h – высота планки

H – высота центра тяжести
 Получен результат:

Масса тела m , кг	Ускорение свободного падения g , м/с ²	Высота планки h , м	Высота центра тяжести H , м	Механическая работа A , Дж
47	10	1,1	1,05	23,5

Механическая работа при прыжке на максимальную высоту – 23,5 Дж.

2.7. Определение работы по преодолению силы тяжести

Для определения работы по преодолению силы тяжести мной был выполнен прыжок вверх на месте (Приложение 10). Его высота составила 25 см.

Работа рассчитывалась по формуле:

$$A = mgh$$

где m – масса тела

g – ускорение свободного падения

h – высота прыжка

$$A = 47 \times 10 \times 0,25 = 117,5 \text{ Дж}$$

Таким образом, для преодоления силы тяжести при совершении прыжка вверх на высоту 25 см мне необходимо совершить работу, равную 117,5 Дж.

2.8. Определение силы рук при вися на перекладине

Масса тела m , кг	Ускорение свободного падения g , м/с ²	Сила тяжести $F_{\text{тяж}}$, Н	Плотность воздуха ρ , кг/м ³	Объем тела V , м ³	Выталкивающая сила $F_{\text{выт}}$, Н	Сила рук F , Н
47	10	470	1,29	0,045	0,6	469,4

Таким образом, сила рук при вися на перекладине составляет 469,4 Н.

2.9. Определение емкости легких

Для определения емкости легких я использовал воздушный шарик (Приложение 12).

Вдохнув воздух, я максимально выдохнул его в шарик. Измерив обхват шарика, я вычислил его диаметр по формуле:

$$d = \frac{l}{\pi}$$

где l – длина окружности

Емкость легких будет равна емкости наполненного воздухом шарика (его объему), которая вычисляется по формуле:

$$V_{\text{ш}} = \frac{\pi d^3}{6}$$

где d – диаметр шарика

Опыт повторялся пять раз и вычислялся средний показатель.

Получены результаты:

	Обхват шарика l , м	Диаметр шарика d , м	Объем V , м ³
1	0,57	0,18	0,003
2	0,59	0,19	0,004
3	0,58	0,18	0,003
4	0,59	0,19	0,004
5	0,60	0,19	0,004
$V_{\text{ср}}$			0,0036

Средний объем моих легких приблизительно равен 0,0036 м³ или 3,6 л, что соответствует нормальному объему легких человека.

Повиснув на перекладине, можно почувствовать напряжение мышц рук (Приложение 11). Сила рук в данном случае будет составлять разницу между силой тяжести, действующей на тело, и выталкивающей силы, действующей на тело со стороны воздуха:

$F = F_{\text{тяж}} - F_{\text{выт}}$, где $F_{\text{тяж}} = mg$, m – масса тела

g – ускорение свободного падения

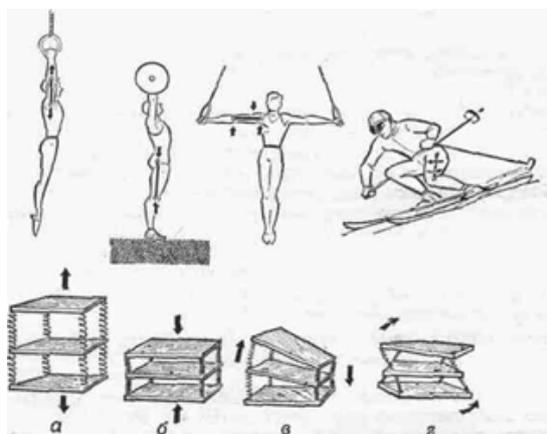
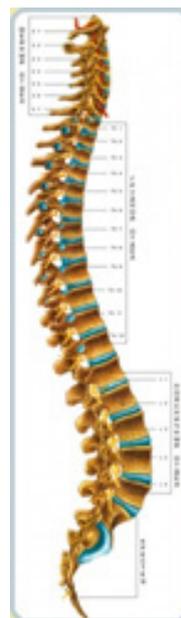
$F_{\text{выт}} = \rho g V$ ρ – плотность воздуха

V – объем тела

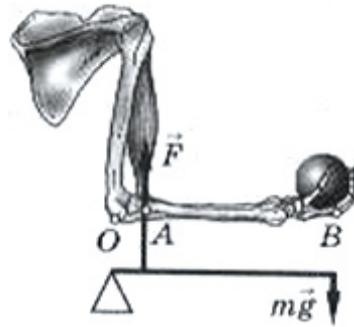
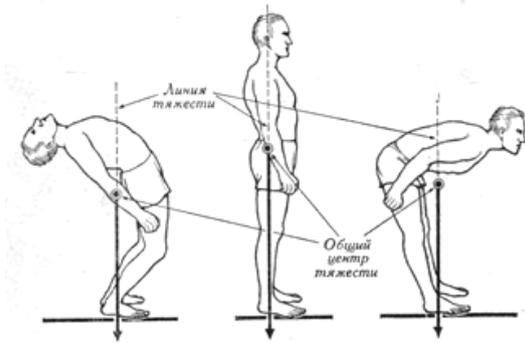
Получен результат:

Приложения

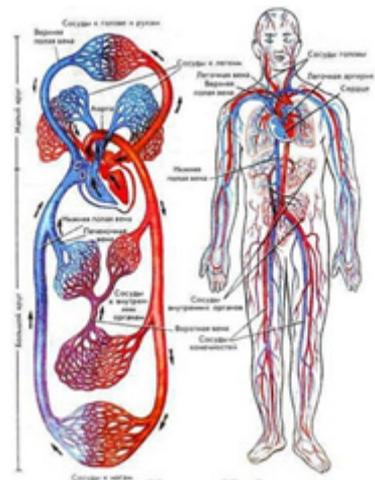
1. Позвоночник. Деформация



2. Равновесие. Центр тяжести

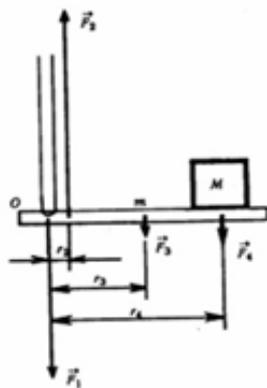
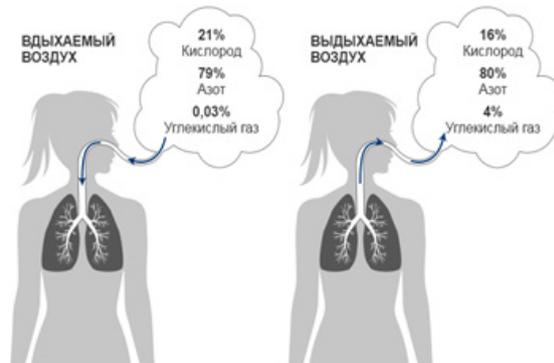


4. Кровеносная система



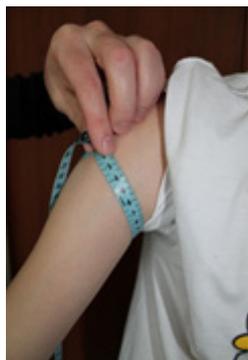
3. Рычаги в теле человека

5. Дыхание. Состав воздуха



6. Измерение объема тела





7. Определение давления, оказываемого на пол



8. Определение скорости движения



9. Определение средней мощности при подъеме по лестнице



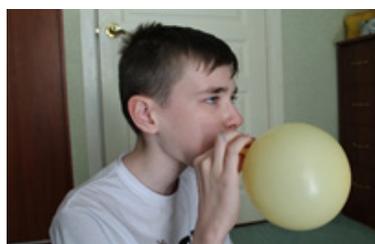
10. Определение работы по преодолению силы тяжести



11. Определение силы рук при виси на перекладине



12. Определение емкости легких



Заключение

Организм человека – единая система.

На организм человека действует большое количество сил, как внешних, так и внутренних. Опорно-двигательная система выдерживает огромные нагрузки. Все виды деформаций можно наблюдать на человеке. Но самой очаровательной деформацией на его теле является улыбка. В процессе дыхания участвуют не только легкие, но и кожа. Центральным органом системы кровообращения является сердце.

Человеческий организм – сложная машина, которая может непрерывно работать 70 – 80 лет и более.

Используя знания, полученные на уроках физики, я провел несколько опытов, ориентируясь на свои физические характеристики, и лучше узнал свой организм. Знания, полученные в ходе исследования, надеюсь, будут интересны не только мне. Проведенные опыты просты, но они доказывают, что и к человеку применимы законы физики.

Изучая дальше эту интереснейшую науку, я смогу открыть новые тайны моего организма.

Список литературы

1. Енохович А. С. Справочник по физике. – М.: Просвещение, 1990
2. Перышкин А. В. Физика. 7 класс. – М.: Дрофа, 2014
3. Перельман Я. И. Занимательная физика. В двух книгах. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982
4. Перельман Я. И. Физика на каждом шагу. – М.: АСТ: Астрель: Полиграфиздат, 2010
5. Савельев И.В. Курс физики, т.т. 1-5. М.:Наука, 2007
6. Физика. Справочник школьника и студента/ под ред. проф. Рудольфа Гёбеля.- Москва, 2000.
7. http://www.medicinform.net/human/fisiology5_1.htm
8. <http://znai.ru/art>
9. <https://fkis.ru/page/1/192.html>
10. http://wiki.iteach.ru/index.php/=Загадочность_строения_человеческого_организма=