

Отраслевая (региональная) техническая олимпиада  
Учебных заведений ВСЖД  
Научно-практическая конференция

Секция: физика

Тема:

## **«Физика в медицине»**

Автор: Колесов Матвей  
Евгеньевич,  
ученик 11 класса  
МБОУ СОШ №11

г. Северобайкальск,

Руководитель: Непомнящих  
И.В.,  
учитель биологии.

г. Северобайкальск  
2018

## СОДЕРЖАНИЕ

Актуальность.....	3
I. Основная часть.....	4-9
1.    Диагностическое оборудование.....	4-8
2.    Физические и биофизические механизмы, происходящие в системе человеческого организма.....	8-9
II.    Практическая часть.....	9-13
III.    Использованная литература.....	14
IV.    Приложения.....	15-18

## **Актуальность**

По данным Всемирной организации здравоохранения средняя продолжительность жизни человека в России, и в мире в целом, продолжает расти. Но с возрастом, организм «изнашивается» и люди начинают болеть, жизнь перестает их радовать. Как продлить активную творческую жизнь человека? Как избавить его от страданий и немощи? Для этого необходимо знать физические и биофизические механизмы, происходящие в системе человеческого организма, а также методы диагностики заболеваний.

**Цель:** рассмотреть физические основы методов диагностики заболеваний, показать их связь с физическими законами и принципами, лежащими в их основе.

### **Задачи:**

1. Познакомиться с диагностическим оборудованием и принципами его использования.
2. Изучить физические и биофизические механизмы, происходящие в системе человеческого организма.
3. Научиться пользоваться медицинскими, физическими приборами для снятия медицинских параметров.

### **Методы:**

1. Теоретические: анализ, сравнение, обобщение;
2. Эмпирические: наблюдение, эксперимент, беседа;

## Основная часть

*Физика и медицина...*

*Наука о явлениях природы  
и наука о болезнях человека,  
их лечения и предупреждения...*

Обширная линия соприкосновения физики и медицины всё время расширяется и упрочняется. Нет ни одной области медицины, где бы ни применялись физические приборы. Древние называли физикой любое исследование окружающего мира и явлений природы. Такое понимание термина «физика» сохранилось до конца 17 в. Позднее появился ряд специальных дисциплин изучающих живые организмы.

В настоящее время существует много медицинских специальностей, основанных на использовании законов физики: радиология, рентгенология, офтальмология, физиотерапия и многие другие.

Медицинская физика – является теоретической базой современной медицинской техники для разработки и применения физических приборов. Разработчики медицинского оборудования непосредственно участвуют в лечебно-диагностическом процессе, совмещая как физические, так и медицинские знания, и разделяют с врачом ответственность за пациента.

### 1. Диагностическое оборудование

Использование физики в медицине – это необходимость в современном мире. Ни одно, даже самое бедное медицинское учреждение не обходится без диагностического оборудования. Везде есть самые востребованные из них:

## **Рентгенография:**

### Вильгельм Рентген

**РЕНТГЕН Вильгельм  
Конрад (1845-1923),**  
немецкий физик.  
Открыл (1895)  
рентгеновские лучи,  
исследовал их свойства.  
Нобелевская премия  
(1901).



Сегодня благодаря рентгеновским лучам можно без труда проверить человека на ряд заболеваний, узнать подробную информацию о проблемах на уровне костей и многое другое.

### **Ультразвук.**

В школьную программу физики входит раздел «Колебания и волны» - тема «Звук».

Существует его три вида: инфразвук (от 16 до 20 Герц), звук (от 21 до 19 999 Герц), ультразвук (от 20 000 Герц и выше). Что такое «герц»? Это частота колебаний, происходящих всего за одну секунду. Речь идет о звуковой волне, которая проникает из одной среды в другую с определенной частотой. На сегодняшний день УЗИ-диагностика является одной из самых быстрых, безболезненных и безопасных способов исследования. Но есть недостаток: обследовать можно только внутренние органы брюшной полости, малого таза, почек, щитовидной железы. Узнать, есть ли перелом костей или что происходит с больным глазом или зубом, не получится. Ультразвук часто называют дробящим звуком. С его помощью можно, например, «смешать» масло с водой и образовать из этих двух несмешивающихся в обычных условиях жидкостей эмульсию. Эта способность ультразвука дробить и измельчать различные вещества нашла применение в фармакологии — для приготовления смесей из лекарственных веществ и в терапии — для разрыхления тканей и дробления некоторых видов почечных камней. Нашел применение ультразвук и в хирургии. С его помощью производится безосколочная

резка и сварка костей. А благодаря способности ультразвука убивать микробы, бактерии, инфузории, головастиков и даже маленьких рыбок его стали применять для стерилизации хирургических инструментов, различных лекарственных веществ и для ингаляции.

Сегодня ультразвуковая биолокация позволяет обнаружить опухоли и различные инородные тела (кусочки стекла или дерева) в тканях человека. Ультразвуковое исследование (УЗИ) позволяет «увидеть» песок или камни в почках и в желчном пузыре, зародыш в материнской утробе и даже определить пол будущего ребенка. Конечно, перспективы, открываемые УЗИ, очень заманчивы. Кому же из будущих родителей не захочется «взглянуть» на своего ребеночка? Но, оказывается, воздействие ультразвукового излучения на биологические объекты пока еще до конца не изучено. А некоторые биологи сегодня даже считают, что УЗИ вызывает стресс у зародыша.

### ***Магнитно-резонансная и компьютерная томографии***

Еще одно чудо современной медицинской техники – это магнитно-резонансная томография (МРТ). Подобное обследование дает более четкую картину того, что происходит в конкретном органе. Можно сказать сразу, что МРТ в своем роде является заменой УЗИ. Почему? Как мы говорили выше, ультразвуком можно проверить только органы брюшной полости, малого таза и щитовидки. Состояние костей, сосудов проверить не получится. Это может сделать МРТ. Альтернативой этих двух методов (УЗИ и МРТ) может стать компьютерная томография (КТ).

Нужно учитывать, что УЗИ и КТ требуют применения дополнительных препаратов, чтобы обеспечить качественное обследование.

### **Раздел физики: "Оптика и свет"**

Каждый второй человек в современном мире носит очки или контактные линзы. Оптика применяется в микроскопах. Оптика начала применяться еще несколько столетий назад. Это очень сложная наука. Как известно, существуют собирающие и рассеивающие линзы. А об их параметрах можно судить долго.

Сможет ли обычный человек отличить «-1,0» диоптрию от, например, «-1,5»? Для больного близорукостью очень важно подобрать правильные очки. Обычно врач сначала с помощью специальной таблицы проверяет остроту вашего зрения, а затем приглашает человека в затемненную комнату, где через глазное зеркало, называемое офтальмоскопом, что-то рассматривает в глазах.

Лазерная коррекция зрения, да и в целом лазерная хирургия, является очень сложной и серьезной задачей. Ученые обязаны проводить максимально точные расчеты, чтобы получить положительный результат, а не трагический исход.

## **Оптические приборы в медицине**

*Офтальмоскоп* — это вогнутое сферическое зеркало с небольшим отверстием в его центре. Если лучи света от лампы, расположенной несколько сбоку, направить с помощью офтальмоскопа в исследуемый глаз, то лучи пройдут до сетчатки, частично отразятся от нее и выйдут назад. Эти отраженные сетчаткой глаза пациента лучи попадают через отверстие в зеркале в глаз врача и врач видит изображение глазного дна пациента. Для увеличения этого изображения врач часто рассматривает ваш глаз через собирающую линзу, используя ее как лупу.

Аналогичным образом врач - отоларинголог с помощью вогнутого зеркала рассматривает ваши уши, горло и нос.

В конце XX в. физики создали новый медицинский прибор, позволяющий врачу увидеть изнутри трахеи» бронхи, пищевод и желудок пациента. Называется этот прибор эндоскоп, или просто «телевизор». Состоит эндоскоп из миниатюрного источника света и смотровой трубки — сложного оптического прибора, состоящего из большого числа линз и призм. При проведении исследования желудка пациент заглатывает эндоскоп, и, продвигаясь по пищеводу, эндоскоп оказывается в желудке. Источник света освещает желудок изнутри, и отраженные стенками желудка лучи проходят через смотровую трубку и выводятся в глаз врача через специальные световоды.

Световоды - представляют собой волоконные оптические трубки, толщина которых соизмерима с толщиной человеческого волоса. Световой сигнал

вследствие явления полного внутреннего отражения стенок трубки полностью и без искажений передается в глаз врача, образуя в нем изображение освещенного в данный момент участка желудка. Таким образом, врач может наблюдать и фотографировать язвы стенки желудка и кровотечение тканей стенки желудка. А называется такое исследование — эндоскопия. С помощью эндоскопа врач может также ввести в нужное место лекарственные вещества и остановить кровотечение. Используя на практике закон обратимости хода световых лучей, с помощью эндоскопа можно облучать злокачественную опухоль — излучением радиоактивного препарата.

### ***Химиотерапия и радиотерапия.***

Очень важно для больных онкологическими заболеваниями подобрать правильное лечение. Не обходит стороной практически ни одного больного химиотерапия. Здесь больше требуется знаний химии. Но врач должен знать, нужно ли облучать больного. Атомная и радиологическая физика в медицине для пациентов с онкологией может стать путем спасения жизни, если не только правильно применять на практике, но и создавать очень точное оборудование и приборы.

## **2. Физические и биофизические механизмы, происходящие в системе человеческого организма.**

Несмотря на сложность и взаимосвязь различных процессов в организме человека, можно выделить процессы, близкие к физическим.

Например: кровообращение, в своей основе является физическим, так как связан с течением жидкости (гидродинамика), распространением упругих колебаний по сосудам (колебания и волны), механической работы сердца (механика), генерацией биопотенциалов (Электричество). Дыхание связано с движением газа (аэродинамика), теплоотдачей (термодинамика), испарением (фазовые превращения).



В организме кроме физических макропроцессов, как и в неживой природе, имеют место молекулярные процессы, которые в конечном итоге определяют поведение биологических систем.

Понимание физики таких микропроцессов необходимо для правильной оценки состояния организма, природы некоторых заболеваний, действия лекарств. Современный мир изобилует различной полезной техникой. В продаже имеются, например, измерители нитратов в овощах и фруктах, дозиметры, электронные глюкометры (приборы для измерения сахара в крови), электронные тонометры, домашние метеостанции и так далее. Конечно, некоторые из перечисленных приборов не относятся к медицинским, но они помогают людям поддерживать здоровье.

Кто учился с 8-го по 11-й класс, те прекрасно знают, что температура – это физическая величина. Измеряется в нескольких единицах. Но в России принято измерять в Цельсиях. Термометры бывают ртутные, электронные (со специальным датчиком). Давление также является важным параметром, но существуют нюансы. Не для всех давление 120 на 80 полезно. У кого-то рабочее давление 110 на 70, что тоже является нормой. Измеряется при помощи тонометра (манжета, груша для накачки воздуха, манометр). Есть и электронные, компьютерные тонометры. Как правило, современная техника одновременно измеряет давление и пульс. Что касается единиц измерения давления, то в физике их существует несколько. В медицине давление измеряется в миллиметрах ртутного столба (мм рт.ст.). Пульс же измерить проще самостоятельно и надежнее, так как нужно посчитать, сколько ударов в минуту осуществилось.

Помочь человеку разобраться в различных показаниях приборов помогут не только инструкции, но и школьная физика. В медицине она имеет те же законы, единицы измерения, что и в других сферах жизни.

## **I. Практическая часть:**

### **Измерение давления крови у человека.**

Давление также является важным параметром. Измеряется при помощи тонометра (манжета, груша для накачки воздуха, манометр). Есть и электронные,

компьютерные тонометры. Как правило, современная техника одновременно измеряет давление и пульс. Что касается единиц измерения давления, то в физике их существует несколько. В медицине давление измеряется в миллиметрах ртутного столба (мм рт.ст.). Пульс же измерить проще самостоятельно и надежнее, так как нужно посчитать, сколько ударов в минуту осуществилось.

**Способ Короткова.** На правую руку врач надевает манжету, соединенную с манометром. Фонендоскоп врач прикладывает к артерии и, постепенно понижая давление в манжете, ждет появления звуков ударов в фонендоскопе. Рассмотренный способ измерения давления в 1905 г. предложил русский врач, участник русско-японской войны, Николай Сергеевич Коротков, и с тех пор слышимые в фонендоскопе удары называются во всем мире звуками Короткова. Природа этих звуков оставалась неясной почти до конца XX в., пока механики; не предложили следующее объяснение природы их появления. Как известно, кровь движется по артерии под действием сокращений сердца. Изменение давления крови, вызываемое сокращением сердца, распространяется по стенкам артерии в виде пульсовой волны.

Значение давления в «гребне» волны (при сокращении сердца) — это и есть «верхнее» давление крови, а во «впадине» (при расслаблении сердца) — «нижнее». Сначала врач накачивает воздух в манжету до давления, превышающего «верхнее» кровяное давление. При этом артерия под манжетой сплющена в течение всего цикла сердечных сокращений. Затем воздух постепенно выпускают из манжеты и, когда давление в ней становится равно «верхнему» давлению крови, артерия хлопком расправляется и пульсации крови, вызываемые сокращениями сердца, приводят в колебание окружающие ткани на поверхности руки. При этом врач слышит звук и отмечает значение «верхнего» давления крови. При дальнейшем понижении давления в манжете, каждый раз, когда оно будет совпадать с давлением крови, в фонендоскопе будут слышны звуки. Но после того, как давление воздуха в манжете достигнет «нижнего» значения кровяного давления, артерия окончательно расправляется и звуки исчезают. Поэтому врач регистрирует «нижнее» значение давления крови по последнему удару. Вот таким образом механики объяснили, что звуки Короткова прослушиваются только тогда, когда

давление воздуха в манжете меняется от «верхнего» до «нижнего» значений давления крови.

**Лабораторная работа №1.** *«Измерения кровяного (артериального) давления у человека по способу Короткова»* [Приложение 1]

**Цель работы:** Ознакомиться с методикой измерения кровяного (артериального) давления у человека по способу Короткова и научиться его определять у человека.

**Результат:** где СД (систолическое давление) / ДД(диастолическое давление (ДД))

1. В состоянии покоя: 120/80 мм .рт.ст.

2. В после нагрузки: 125/85 мм рт.ст.

**Вывод:** Выполнение упражнений ускоряет кровообращение, кровь интенсивнее и в большем количестве поступает к головному мозгу. Происходит мощный выброс адреналина, который стимулирует работу сердца. Оно начинает биться быстрее и сильнее, частота сокращений сердечной мышцы увеличивается в несколько раз. Всесторонняя стимуляция сердечно-сосудистой системы приводит к повышению артериального давления.

**Лабораторная работа №2.** *«Реакция сердечно - сосудистой системы на дозированную нагрузку»* [Приложение 2]

**Цель этой работы** - познакомиться с функциональными пробами, позволяющими выяснить степень тренированности своего сердца. Для этого измеряют частоту сердечных сокращений (ЧСС) в состоянии покоя и после дозированной нагрузки. На большом статистическом материале выяснено, что у здоровых подростков (после 20 приседаний) ЧСС возрастает на 1/3 по сравнению с состоянием покоя и нормализуется спустя 2-3 минуты после окончания работы. Зная эти данные, можно проверить состояние своей сердечно - сосудистой системы

**Свои результаты оформили в виде таблицы:**

ЧСС в покое					ЧСС после нагрузки						
Замер	1	2	3	Средн ее	1	2	3	4	5	6	Сред нее

				значе ние							знач ение
	14*6= 84	11*6 =66	13*6= 78	13*6= 78 в мин	17*6 =102	16*6 =96	14*6 =84	11*6 =66	10*6 =60	13*6 =78	14*6 =84

Вывод: у тренированных людей ЧСС после нагрузки практически не претерпевает изменений. Увеличение ЧСС происходит, потому что накопленный в мышцах кислород сгорает, нужен дополнительный приток кислорода, дыхание учащается, ЧСС увеличивается.

### Лабораторная работа № 3

*«Определение скорости кровотока в капиллярах ногтевого ложа» [Приложение 3]*

**Цель:** научиться определять скорость кровотока в капиллярах ногтевого ложа.

**Результаты работы:**

Длина ногтя большого пальца	Время, за которое кровь проделала свой путь	скорость кровотока в капиллярах
S (длина пути) 14 мм	T = 4, сек.	3,1 мм/сек

**Вывод:** скорость кровотока в капиллярах ногтевого ложа равна  $\frac{14}{4,5} = 3,1$

Кровь движется по сосудам благодаря сокращениям сердца и разнице давления крови, устанавливающейся в разных частях сосудистой системы. Медленный ток крови в капиллярах способствует обмену газов, а также переходу питательных веществ из крови и продуктов распада тканей в кровь.

**Общие выводы:**

1. Физика является теоретической основой всех физических методов лечения и диагностики, вооружает медицинских работников знанием принципов устройства аппаратуры, применяемой для лечебных целей. Эти знания

необходимы для технической грамотной эксплуатации всего комплекса современной медицинской техники.

2. Значение физики для медицины обуславливается тремя обстоятельствами:

- 1) *физика создает основу для правильного понимания биологических процессов;*
- 2) *она является теоретической базой современной медицинской техники;*
- 3) *вооружает знанием физических методов клинической диагностики и лечения, а также исследования сложных биологических систем.*

3. Трудно указать такую область медицины, где бы не использовались те или иные законы физики.

4. Существует много медицинских специальностей, непосредственно основанных на использовании физики: радиология, рентгенология, офтальмология, физиотерапия и многие другие.

5. Помочь человеку разобраться в различных показаниях приборов помогут не только инструкции, но и школьная физика. В медицине она имеет те же законы, единицы измерения, что и в других сферах жизни.

## Использованная литература

1. Ковтунович М.Г.. Домашний эксперимент по физике, 7-11 класс, 2007.
2. Косцкий, Г. И., Дьяконова, И. Н. Резервы нашего организма. - М.:Просвещение, 1993.
3. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. Учебник. - М: Высшая школа.1996.
4. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. Учебник.- М: Высшая школа. 1987.
5. Ремизов А.Н. Учебник по медицинской и биологической физике. М. “Дрофа”, 2003 г., 500 с.
6. Человек. Т. 18. - М: Аванта, 2003.
7. Энциклопедия для детей: Физика. Т. 16. - М: Аванта, 2003.

**Лабораторная работа №1. «Измерения кровяного (артериального) давления у человека по способу Короткова»**

Цель работы: Ознакомиться с методикой измерения кровяного (артериального) давления у человека по способу Короткова и научиться его определять у человека.

Оборудование: тонометр, фонендоскоп, испытуемый Цель работы: Ознакомиться с методикой измерения кровяного (артериального) давления у человека по способу Короткова и научиться его определять у человека.

Оборудование: тонометр, фонендоскоп, испытуемый.

Ход работы:

1. Вымойте руки.
2. Обработайте мембрану фонендоскопа 70%-ным спиртом двукратным протиранием.
3. Положите правильно руку пациента: в разогнутом положении ладонью вверх, мышцы расслаблены.
4. Наложите манжетку на обнаженное плечо пациента на 2–3 см выше локтевого сгиба; одежда не должна сдавливать плечо выше манжетки; закрепите манжетку так плотно, чтобы между ней и плечом проходил только один палец.
5. Соедините манометр с манжеткой. Проверьте положение стрелки манометра относительно нулевой отметки шкалы.
6. Нащупайте пульс в области локтевой ямки и поставьте на это место фонендоскоп.
7. Закройте вентиль на груше и накачивайте в манжетку воздух: нагнетайте воздух, пока давление в манжетке по показаниям манометра не превысит на 25–30 мм рт. ст. уровень, при котором перестала определяться пульсация артерии.
8. Откройте вентиль и медленно выпускайте воздух из манжетки. Одновременно фонендоскопом выслушивайте тоны и следите за показаниями шкалы манометра.

9.Отметьте величину систолического давления при появлении над плечевой артерией первых отчетливых звуков.

10.Отметьте величину диастолического давления, которая соответствует моменту полного исчезновения тонов.

11.Запишите данные измерения артериального давления в виде дроби (в числителе – систолическое давление, а в знаменателе – диастолическое), например, 120/75 мм рт.ст.



**Лабораторная работа №2. «Реакция сердечно - сосудистой системы на дозированную нагрузку».**

**Оборудование:** секундомер или часы с секундной стрелкой.

**Цель этой работы** - познакомиться с функциональными пробами, позволяющими выяснить степень тренированности своего сердца. Для этого измеряют частоту сердечных сокращений (ЧСС) в состоянии покоя и после дозированной нагрузки. На большом статистическом материале выяснено, что у здоровых подростков (после 20 приседаний) ЧСС возрастает на 1/3 по сравнению с состоянием покоя и нормализуется спустя 2-3 минуты после окончания работы. Зная эти данные, можно проверить состояние своей сердечно-сосудистой системы.

*Ход работы:*

1. Измерьте пульс в состоянии покоя. Для этого сделайте 3-4 измерения за 10 секунд и среднее значение умножьте на 6.
2. Сделайте 20 приседаний в быстром темпе, сядьте и тут же измерьте ЧСС за 10 с.
3. Повторите замеры через каждые 20 с. Определите ЧСС за 10 с.  
(При замерах 20 с отсчитывается от конца предшествующего измерения.)
4. Свои результаты оформите в виде таблицы:

ЧСС в покое					ЧСС после нагрузки						
Замер	1	2	3	Среднее значение	1	2	3	4	5	6	Среднее значение

**Лабораторная работа №3 « Определение скорости кровотока в капиллярах ногтевого ложа»**

**Цель:** научиться определять скорость кровотока в капиллярах ногтевого ложа.

**Оборудование:** линейка, секундомер или часы с секундной стрелкой.

**Ход работы** 1. Измерьте длину ногтя большого пальца от корня до места, где кончается его розовая часть, и начинается прозрачный ноготь, который обычно срезается. Запишите результат.

2. Нажмите указательным пальцем на ноготь так, чтобы он побелел. При этом кровь будет вытеснена из сосудов ногтевого ложа. Уберите указательный палец. Через некоторое время ноготь начинает краснеть. Повторите опыт, зафиксируйте время до полного покраснения пальца. Это время, за которое кровь проделала свой путь.

3. Рассчитайте скорость кровотока в капиллярах ногтевого ложа по формуле

$V=S/t$ , где

S- длина пути, которую пройдет кровь от корня ногтя до его вершины,

t- время, которое ей для этого потребуется. 4. Сравните скорость тока крови в крупных артериях, венах, капиллярах.

**Вывод:** Какое значение имеет медленное течение крови в капиллярах?