

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Лицей № 44»  
города Чебоксары Чувашской Республики

**МОНИТОРИНГ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА  
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ  
СИСТЕМЫ УЧАЩИХСЯ**

Автор: Алексеева Анастасия Олеговна  
Ученица 9 Д класса  
МБОУ Лицей № 44 г. Чебоксары  
Руководитель: Григорьева Лилия Николаевна  
учитель биологии и химии  
МБОУ Лицей № 44 г. Чебоксары

г. Чебоксары  
2024г.

## **Оглавление**

Введение.....	3
Глава 1. Основная часть.....	5
1.1. Строение сердечно-сосудистой системы.....	5
1.2. Адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы.....	7
Глава 2. Методика исследования.....	8
2.1. Измерение параметров и расчет гемодинамических показателей у учеников .....	8
2.2. Результаты исследования и анализ гемодинамических показателей . ...	9
2.3. Вывод.....	14
Заключение .....	15
Список литературы .....	16

## Введение

Юношеский возраст – один из ответственных этапов развития в жизни. Завершается морфофункциональное созревание организма, происходят существенные изменения личности, психологическое и социальное взросление. Именно в этом возрасте происходит окончательное формирование всех систем организма, и в частности, интенсивные изменения сердечно-сосудистой системы. Юношеский возраст приходится на старшие классы, когда возникают значительные трудности, связанные с интенсивностью учебной нагрузки и эмоциональным напряжением, неизбежным в период выбора профессии и подготовки к вступлению во взрослую жизнь. На этот возраст приходится время подготовки и сдачи государственных экзаменов. В условиях постоянной модернизации общего образования в РФ до 80% обучающихся испытывают стресс при обучении в школе. Состояние здоровья молодого поколения и заметное снижение его уровня в последние годы определяет необходимость мониторинга функционального состояния растущего организма. Сердечно-сосудистая система является ведущей системой, обуславливающей функциональное состояние организма в целом. Интенсификация учебной нагрузки, особенно у старшеклассников может обуславливать напряжение в функционировании сердца и сосудов и снижать адаптационные резервы организма.

Помимо этого, ослабление внутренних механизмов саморегуляции вызывает выраженные изменения вегетососудистых функций, а в последующем формирование функциональной патологии. По данным ВОЗ сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются основной причиной смерти во всем мире: ни по какой другой причине не умирает столько людей, сколько от ССЗ. А в последние годы отмечается явная тенденция к «омоложению» ряда патологий. Так, у молодых людей нынешнего поколения, ишемическая болезнь сердца развивается на 12 лет раньше, чем у их родителей. Кризовое течение гипертонической болезни отмечено у 25,5% юношей и 11% девушек, отмечаются случаи инфаркта миокарда в молодом возрасте.

Поэтому для эффективной профилактики нарушений в состоянии здоровья старшеклассников необходимо осуществлять мониторинг состояния их сердечно-сосудистой системы. В связи с этим мной и было проведено исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы старшеклассников под воздействием учебных нагрузок.

Учитывая то, какое огромное значение имеет оценка сердечно-сосудистой системы для здоровья, физического развития, трудовой и умственной деятельности, **актуальность** данной темы вне всяких сомнений.

**Практическая значимость** моего проекта заключается в том, что обучающиеся, поучаствовав в мониторинге, узнают о состоянии своей сердечно-сосудистой системы и смогут оценить ее работоспособность. Возможно, кому-то это исследование поможет вовремя выявить проблемы и вовремя обратиться к врачу. И я уверена, мой проект убедит моих одноклассников, что нужно бережнее относиться к своему организму.

**Объект исследования:** сердечно-сосудистая система человека.

**Предмет исследования:** функциональное состояние сердечно-сосудистой системы старшеклассников.

**Цель исследования:** выполнить мониторинг и дать оценку функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы учащихся 9 классов МБОУ Лицей №44 г.Чебоксары.

**Задачи исследования:** изучить литературу по теме исследования, провести функциональные пробы и на основе полученных данных просчитать гемодинамические показатели, выполнить сравнительный анализ показателей и сделать выводы.

В работе мной была выдвинута следующая **гипотеза:**

Так как мои одноклассники – это молодые люди, я предположила, что сердечно - сосудистая система у них должна быть в хорошем состоянии.

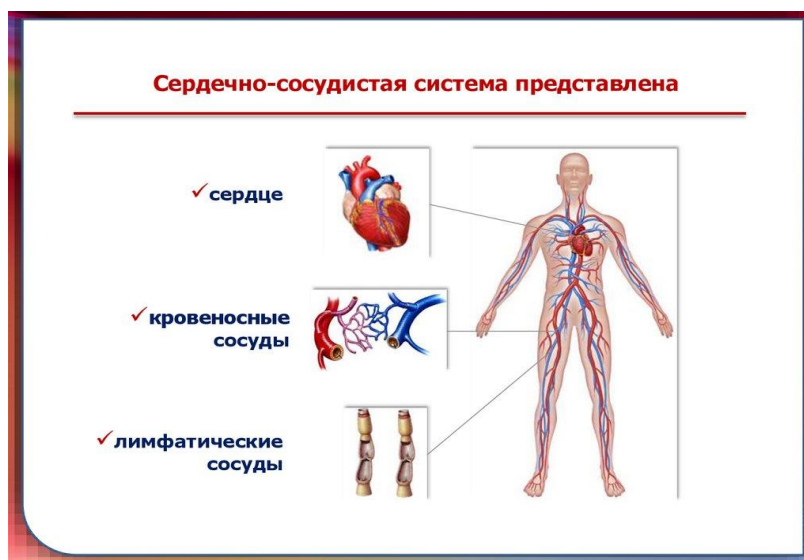
**Методы исследования:** изучение информационных источников, эксперимент, статистические методы, сравнительный анализ.

**Продукт проекта:** памятка по поддержанию здоровья сердечно - сосудистой системы человека.

## Основная часть

### 1.1. Строение сердечно - сосудистой системы

Сердечно-сосудистая система (ССС) - совокупность органов, обеспечивающих циркуляцию крови в организме человека и доставку её к органам и тканям. СССР выполняет жизненно важные функции: транспортную (циркуляция крови и лимфы в организме), интегративную (объединение органов и систем), регуляторную (регулирование функций органов, тканей и клеток) [7]. Сердечно-сосудистая система участвует в иммунных, воспалительных и других общепатологических процессах. СССР состоит из сосудов и сердца. По сосудам кровь движется по организму, а происходит это движение благодаря работе сердца. Артерии доставляют клеткам необходимые питательные элементы, вены переправляют венозную кровь, а лимфатические сосуды выводят продукты метаболизма на протяжении всей жизни организма, что позволяет поддерживать связь между различными тканями.

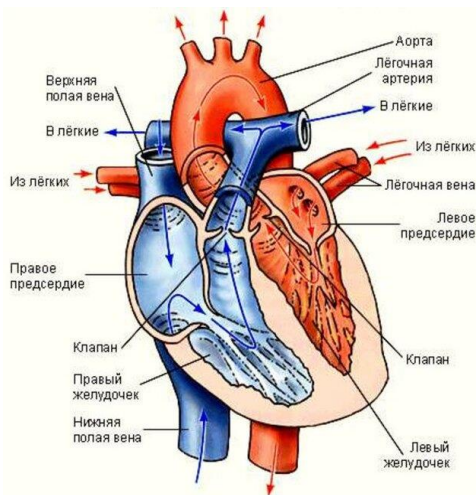


Система кровообращения – это обширная сеть органов и сосудов, которая отвечает за поступление крови, питательных веществ, гормонов, кислорода и других газов в клетки и выход из них. Без кровеносной системы организм не сможет бороться с болезнями или поддерживать стабильную внутреннюю среду [12]. Функционально существуют артериальная и венозная сети кровообращения сердечно-сосудистой системы, обеспечивающие движение кислородсодержащей и дезоксигированной крови соответственно. Кровь, которая содержит кислород, переносится из сердца через аорту во все части тела. Дезоксигированная кровь возникает после того, как кислород высвобождается из крови и используется клетками для получения энергии и продуктов распада в организме [10].

Лимфатическая система состоит из лимфатических сосудов и узлов. Она действует как вторичная система кровообращения и

образует открытую сеть запутанных трубок, позволяющих переносить лимфу по всему телу. По мере того, как система перемещается по телу, происходит поддержание уровня жидкости в организме, фильтрация бактерий, сбор продуктов метаболизма и распределение их через определенные органы в теле, такие как мочевой пузырь, кишечник, легкие и кожу. Движение лимфы по телу осуществляется благодаря мышечным сокращениям и гравитации [8].

Сердце - орган, который качает кровь из вен в артерии. Образно говоря это насос, ответственный за поддержание циркуляции оксигенированной крови вокруг сосудистой сети организма. Оно состоит из мышечной ткани - миокарда. В минуту сердце перекачивает около 5 литров крови. Резкая остановка его работы чревата фатальными последствиями - инфаркт миокарда или сердечный приступ зачастую заканчивается смертью человека. Сердце состоит из четырех камер: правого предсердия, правого желудочка, левого предсердия и левого желудочка.



Правое предсердие получает дезоксигенированную кровь из системных вен; затем эта кровь через трехстворчатый клапан переходит в правый желудочек. Из правого желудочка дезоксигенированная кровь переходит через полулунные клапаны в легочные артерии и легкие. В легких кровь обогащается кислородом и возвращается в левое предсердие через легочные вены. Эта богатая кислородом кровь движется через митральный клапан в левый желудочек и откачивается через полулунные клапаны к системным артериям и тканям тела [2]. Для достижения этой цели, нормальное человеческое сердце должно биться регулярно и непрерывно всю жизнь. Авторитмические сердечные клетки инициируют и распределяют импульсы по всему сердцу. При этом сердечный ритм и сердечный выброс варьируются в зависимости от потребностей организма. Чтобы быстро реагировать на изменяющиеся требования тканей организма, частота сердечных сокращений и сократимость регулируются вегетативной нервной системой, гормонами и другими факторами [10].

Деятельность внутренних органов, желез внутренней и внешней секреции, кровеносных и лимфатических сосудов в нашем организме регулирует особый отдел нервной системы - вегетативная нервная система (ВНС). Она приспособливает работу внутренних органов к изменениям окружающей среды. ВНС обеспечивает гомеостаз (постоянство внутренней среды организма), участвует во многих поведенческих актах, осуществляемых под управлением головного мозга, влияя не только на физическую, но и на психическую деятельность человека [5]. При этом деятельность вегетативной нервной системы не зависит от воли человека.

Вегетативная часть нервной системы осуществляет свое влияние на органы и системы двумя звеньями – **симпатическим** (усиливающим активность органов, например, повышает частоту и силу сокращений сердца.) и **парасимпатическим** (в большинстве случаев, ослабляющим активность органов и систем, например, уменьшает частоту и силу сокращений сердца). Эти два звена, оказывая совместное действие на органы и системы, обеспечивают точную подстройку активности органов к существующим на данный момент потребностям организма. Симпатическая система готовит организм на трату энергии при экстренных или стрессовых ситуациях. И наоборот, парасимпатическая система наиболее активна в спокойных условиях. Парасимпатическая система противодействует симпатической после стрессового события и восстанавливает тело до состояния покоя. В любой момент времени эффект ВНС на сердце – это баланс между противодействующими влияниями симпатической и парасимпатической систем [14]. Отношение активности симпатического и парасимпатического звеньев вегетативной нервной системы называют вегетативным балансом, который в покое примерно равен единице.

## **1.2. Адаптационные возможности сердечно - сосудистой системы**

Сердечно-сосудистая система (ССС) является главной системой, которая обеспечивает адаптацию как к умственным, так и к физическим нагрузкам. В процессе адаптации СССР к условиям среды, в том числе и к учебному процессу, предусматривается определенный исход. В случае небольшого по силе или времени действующего фактора сердечно-сосудистая система при относительно небольшом напряжении механизмов регуляции может сохранить удовлетворительный характер адаптации, т. е. свой оптимальный режим функционирования.

Воздействие действующего фактора большей продолжительности сопровождается выраженным напряжением регуляторных систем, которое обеспечивает мобилизацию функциональных резервов СССР и активации защитных приспособлений. Перенапряжение регуляторных систем обуславливает срыв адаптации, при котором происходят

неадекватные изменения функционирования сердца и сосудов, а также нарушение гомеостаза с появлением различных патологических синдромов и заболеваний.

Адаптация к экстремальным условиям является не беспредельной, и в случае длительного воздействия повреждающего фактора может привести к истощению функциональных систем и как следствие, к снижению функциональных резервов организма [13]. Функциональные резервы – это информационный, энергетический и метаболический ресурс организма, который обеспечивает его адаптационные возможности. Поэтому для того, чтобы поддержать оптимальное состояние жизнедеятельности организма, который способен противостоять различным факторам, требуется наличие определенного функционального резерва. Высокий функциональный резерв ССС обеспечивает высокую сопротивляемость организма и повышает способность переносить негативные воздействия окружающей среды.

В связи с этим можно применить новый метод оценки здоровья, в основе которого лежит концепция о функциональном резерве ССС, который выступает в роли биологического индикатора адаптационных возможностей организма. При этом оценка функционального резерва ССС в условиях учебной недели позволит нам спрогнозировать уровень функциональной готовности к учебному процессу у школьников и, кроме того, определит количественную характеристику здоровья, позволит на ранних стадиях выявить напряжение функциональных систем и риск развития заболеваний.

К основным показателям функционального состояния ССС, которые определяют развитие адаптации организма, относятся частота сердечных сокращений (ЧСС), все виды артериального давления (систолическое (САД), диастолическое (ДАД) и пульсовое (ПД)), систолический (СО) и минутный объемы крови (МОК). *(Приложение 1)* Эти показатели используются и в качестве вегетативных коррелятов психоэмоционального стресса [10].

При исследованиях состояния здоровья используются также такие показатели как вегетативный индекс Кердо (ВИК), индекс Робинсона (ИР), коэффициент выносливости (КВ), индекс адаптационного потенциала ССС.

## **Глава 2. Методика исследования**

### **2.1. Измерение параметров и расчет гемодинамических показателей у учеников 9 классов**

В исследовании приняли участие 45 (26 девушек и 19 юношей) учащихся 9 классов МБОУ «Лицей № 44» города Чебоксары, не предъявлявшие жалоб на момент исследования. Средний возраст —  $15,3 \pm 0,08$  лет.

У всех испытуемых измеряли рост (см), массу (кг) в медицинском кабинете лица. Были проведены измерения артериального давления (АД), частоты сердечных сокращений (ЧСС) электронным портативным тонометром модели Omron MX2 Basic с цифровой регистрацией показаний (*Приложение 2*). При измерении АД регистрируют два числа, которые часто в быту называют верхним и нижним АД. Правильнее верхнее АД называть систолическим (САД, мм рт.ст), а нижнее – диастолическим (ДАД, мм рт.ст). Измерения были выполнены дважды:

- в начале учебной недели в понедельник перед началом учебных занятий;

- в конце учебной недели в пятницу после учебных занятий.

Исследование систолического объема крови (СО, мл) непрямым способом производили по формуле Старра:  $СО = 90,97 + 0,54 \times ПД - 0,57 \times ДАД - 0,61 \times \text{Возраст}$ . Минутный объем кровообращения (МОК, л/мин) определяли, как:  $МОК = СО \times ЧСС$ . Все данные были занесены в таблицу (*Приложение 3*).

## **2.2. Результаты исследования и анализ гемодинамических показателей**

При анализе результатов проводилась статистическая обработка данных: вычисление средних значений, величин средних отклонений.

Мониторинг функционального состояния у учащихся старших классов выявил, что артериальное давление к концу учебной недели несколько повышается. Под превышением артериального давления понималось увеличенное значение как САД, так и ДАД.

Исследование показателей ССС в начале и в конце учебной недели показало неоднозначное напряжение механизмов адаптации школьников. Эти изменения в группах наблюдения послужили основанием для распределения испытуемых на 3 группы по типам динамики показателей ССС. Показатели ССС и их распределение по группам представлены в таблице 1.

На основании полученных параметров состояния ССС рассчитывались также вегетативный индекс Кердо (I. Kerdo, 1966); индексы Робинсона (А.А. Боченков с соавт., 1994), коэффициент выносливости (Л.И. Мызников с соавт., 2008), индекс адаптационного потенциала ССС (Р.М. Баевский с соавт., 1987). Результаты исследования представлены в табл. 2.

**Показатели ССС у старшеклассников,  $n = 45$** 

Показатели	Группы					
	1 группа, $n = 27$		2 группа, $n = 12$		3 группа, $n = 6$	
	В начале уч.недели	В конце уч.недели	В начале уч.недели	В конце уч.недели	В начале уч.недели	В конце уч.недели
САД, в мм рт. ст.	113,04 ± 5,0	115,37 ± 5,0	119,83 ± 2,5	122,75 ± 2,5	125,33 ± 1,5	129,0 ± 2,0
ДАД, в мм рт. ст.	67,44 ± 4,5	69,85 ± 4,5	76,67 ± 2,0	78,42 ± 2,0	83,17 ± 2,5	86,67 ± 1,5
ПД, в мм рт. ст.	45,59 ± 4,0	45,52 ± 3,0	43,17 ± 3,0	44,33 ± 2,5	42,17 ± 3,0	42,33 ± 2,0
ЧСС, в уд./мин.	67,48 ± 4,0	69,81 ± 3,0	82,83 ± 2,5	85,0 ± 2,0	93,00 ± 3,0	97,50 ± 2,0
СО, в мл	68,0 ± 3,89	66,58 ± 2,59	61,48 ± 2,76	61,11 ± 2,26	57,08 ± 3,05	55,18 ± 1,35
МОК, в л/м	4,59 ± 0,29	4,65 ± 0,23	5,09 ± 0,15	5,19 ± 0,14	5,31 ± 0,11	5,38 ± 0,08

Таблица 2

**Показатели вегетативного индекса Кердо, индекса Робинсона, коэффициента выносливости, адаптационного потенциала,  $n = 45$ , усл. ед.**

Показатели	Группы		
	1 группа, $n = 27$	2 группа, $n = 12$	3 группа, $n = 6$
Индекс Кердо (ВИК)	-0,07 ± 3,61	7,74 ± 1,82	11,11 ± 0,41
Индекс Робинсона (ИР)	80,58 ± 5,56	104,34 ± 3,54	125,79 ± 4,03
Коэффициент выносливости (КВ)	15,35 ± 1,06	19,20 ± 1,41	23,05 ± 1,30
Адаптационный потенциал ССС (АП)	1,87 ± 0,17	2,28 ± 0,17	2,58 ± 0,18

Как отмечалось, в процессе адаптации участвует вегетативная нервная система. Центры симпатической и парасимпатической нервной

системы находятся в состоянии «тонуса» – непрерывного возбуждения, который является одним из проявлений состояния гомеостаза и механизмом его стабильности. Изучение вегетативного статуса позволяет обеспечить возможность обнаружения такого состояния организма, при котором еще нет клинических проявлений, но в организме уже существуют определенные отклонения в механизме, регулирующем физиологические нормы.

Вегетативное обеспечение процессов жизнедеятельности организма в режиме учебной недели у школьников определяли по индексу **вегетативного равновесия Кердо (ВИК)**, Вегетативный индекс Кердо предназначен для определения вегетативного баланса и позволяет оценить его смещение в сторону симпатической или парасимпатической активности. Положительные показатели вегетативного индекса означают сдвиг вегетативного тонуса в сторону симпатического преобладания, а отрицательные показатели – в сторону парасимпатического. При нулевых значениях ВИ наступает вегетативное равновесие. При этом симпатическая часть вегетативной нервной системы рассматривается как система тревоги, мобилизации функциональных ресурсов. Задачу восстановления и накопления энергетических ресурсов берет на себя парасимпатическая часть вегетативной нервной системы (ВНС).

Индекс вегетативного равновесия (ВИК) рассчитывали по формуле:

$$\text{ВИК} = (1 - (\text{ДАД}/\text{ЧСС})) \times 100.$$

Оценка проводилась по следующим критериям: значения ВИК от -5 до +5 свидетельствовали о вегетативном равновесии (нормотония); значения ВИК выше +5 - о преобладании симпатических влияний вегетативной нервной системы (симпатикотония); значения ВИК ниже -5 - о преобладании парасимпатических влияний вегетативной нервной системы (ваготония).

В табл. 2 отображены результаты изучения роли вегетативной нервной системы в регуляции приспособительных реакций ССС у школьников в режиме учебной недели.

Как видно из табл. 2, вегетативный индекс Кердо (ВИК) был в норме у 60% исследуемых школьников к концу учебной недели (это 1-ая группа учащихся), что свидетельствовало о вегетативном равновесии ВНС. В конце учебной недели у 18 ребят из 45 (2-ая и 3-ья группа) ВИК был больше 5. Это говорит о преобладании активности симпатического звена вегетативной нервной системы, что вызывает увеличение ритма сердца и силы сокращений миокарда.

Для количественной оценки энергопотенциала организма человека применяется **индекс Робинсона**. Он используется для оценки уровня обменно-энергетических процессов, происходящих в организме, и степени потребления кислорода миокардом. Индекс Робинсона характеризует систолическую работу сердца. Чем ниже этот показатель, тем выше максимальные аэробные возможности и, следовательно,

уровень соматического здоровья человека. Рассчитывали индекс Робинсона по формуле:  $IP = ЧСС \times САД / 100$  (в у. е.). Оценка проводилась по следующим критериям: до 70 у. е. – отличный показатель; от 70 до 85 – хороший показатель; от 85 до 95 – средний; от 95 до 110 – ниже среднего; от 110 у. е. – низкий.

Как показали исследования, в первой группе обследуемых индекс Робинсона характеризовал оптимальную работу аппарата кровообращения и свидетельствовал об экономичной и эффективной сократительной деятельности миокарда, которая увеличивает резервные возможности системы кровообращения в целом. Во второй и третьей группах обследуемых индекс Робинсона после учебной недели был выше показателей первой группы на 29,5% и 56,1% соответственно, что указывало на неэффективную работу аппарата кровообращения, а также на снижение реагирования ССС на воздействие стресса.

Из литературных источников известно, что адаптация человека к трудовому и умственному процессу сопровождается изменениями физического и психического состояния человека, что обуславливает временное снижение функций жизнеобеспечивающих систем. В результате возникает утомление, которое в свою очередь способствует снижению физиологических резервов, что сказывается на адаптационных резервах организма.

Выносливость как многофункциональное свойство человеческого организма интегрирует в себе значительное число процессов, которые происходят на различных физиологических уровнях: от клеточного и до целостного организма. Тем не менее, как показывают результаты современных научных исследований, ведущая роль в проявлениях выносливости принадлежит вегетативным системам – сердечно-сосудистой и дыхательной, а также центральной нервной системе. С нарастанием утомления у обучающихся снижается эффективность функционального состояния ССС. Учитывая это, мы рассчитали у школьников **коэффициент выносливости (КВ)**.

Коэффициент выносливости (КВ) определяли по формуле Кваса. Данный тест характеризует функциональное состояние ССС и представляет собой величину, объединяющую частоту сердечных сокращений с пульсовым давлением. Индекс Кваса рассчитывали по формуле:  $KB = ЧСС \times 10 / ПД$ . В норме КВ от 12 до 16 у. е. Увеличение его указывает на ослабление деятельности сердечно-сосудистой системы, уменьшение — на её усиление.

Как показали исследования, в первой группе показатель КВ находился в пределах нормы и характеризовал выносливость ССС как удовлетворительную. Во второй и третьей группе КВ по сравнению с показателями первой группы выходил из диапазона верхней границы нормы на 25 % и 50 % соответственно, что свидетельствовало об ослаблении ССС обследуемых.

По определению И.И. Брехмана [16], здоровье представляет собой способность человека сохранять соответствующую возрасту устойчивость в условиях резких изменений потока сенсорной, вербальной и структурной информации. Иными словами, здоровье можно рассматривать как степень выраженности адаптационных (приспособительных) реакций, обусловленных развитием функциональных резервов организма. Р.М. Баевским предложена методика оценки так называемого **адаптационного потенциала (АП)**, отражающего возможности организма к адаптации. Если в результате адаптации организм исчерпал свои резервные возможности, то адаптационный механизм нарушается, и появляются устойчивые патологические изменения. Методика основана на использовании общедоступных методов исследования – измерения частоты сердечных сокращений и уровня артериального давления, роста и массы тела:

$$\text{АП} = 0,011 \cdot \text{ЧСС} + 0,014 \cdot \text{САД} + 0,008 \cdot \text{ДАД} + 0,009 \cdot \text{М} - 0,009 \cdot \text{Р} + 0,014 \cdot \text{В} - 0,27,$$

где В – возраст в годах, М – масса тела в кг, Р – рост в см.

По значениям адаптационного потенциала определяется функциональное состояние человека.

Трактовка пробы: ниже 2,6 – удовлетворительная адаптация; 2,6–3,9 – напряжение механизмов адаптации; 3,10–3,49 – неудовлетворительная адаптация; 3,5 и выше – срыв адаптации.

Как показали исследования, в первой и второй группах школьников адаптационный потенциал системы кровообращения находился в пределах нормы, что свидетельствовало об удовлетворительной адаптации. В третьей группе АП принимал пороговые значения, что свидетельствовало о снижении адаптационного потенциала и возрастании напряжения регуляторных систем у этих ребят.

## 2.3. ВЫВОДЫ

Анализируя полученные результаты, можно заключить, что в 1 группе у учащихся деятельность сердца оценивалась как эффективная и экономичная, что свидетельствовало об удовлетворительной степени адаптации школьников к учебному процессу.

Во второй и третьей группах деятельность сердца оценивалась как менее эффективная и неэкономичная, что свидетельствовало о более низкой степени адаптации ССС.

По окончании работ и обследований я составила практические рекомендации участникам проекта. (см. в Приложении) По результатам исследований я посоветовала ребятам систематические физические нагрузки, ведение активного образа жизни, соблюдение режима учебы и отдыха, избегание стрессовых ситуаций и изменение своего рациона питания. Это способствует профилактике заболеваний ССС и повышению адаптационных возможностей сердца и сосудов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Состояние здоровья молодого поколения и заметное снижение его уровня в последние годы определяет необходимость мониторинга функционального состояния растущего организма. Сердечно-сосудистая система является ведущей системой, обуславливающей функциональное состояние организма в целом. Интенсификация учебной нагрузки, особенно у старшеклассников может обуславливать напряжение в функционировании сердца и сосудов и снижать адаптационные резервы организма. Поэтому для эффективной профилактики нарушений в состоянии здоровья выпускников школ необходимо осуществлять мониторинг их сердечно - сосудистой системы.

Результаты нашего исследования не позволили нам подтвердить выдвинутую в начале работы гипотезу, и оказалось, что функциональное здоровье учеников находится в неудовлетворительном состоянии.

Касательно причин таких результатов можно сказать следующее. Исследование проводилось среди учеников 9 классов, а 9 класс — это время повышенной учебной и эмоциональной нагрузки на учащихся вследствие того, что это время интенсивной подготовки к итоговой аттестации (ОГЭ), что не может не оказывать существенное влияние на результаты исследования. Важным фактором является недосып. Он, в свою очередь, вызван чрезмерной загруженностью информацией, что представляет собой проблему, характерную для всего современного общества. Еще один негативный фактор, на мой взгляд, - это нестабильность нервной системы учеников.

Результаты также показали низкую информированность учеников о риске сердечно-сосудистых заболеваний, что говорит о том, что зачастую ни в семье, ни в школе, таким важным вопросам здоровья не уделяется должное внимание. Все это делает данную тему еще более актуальной и важной.

Я думаю, что проведенный мониторинг полезен для учеников, и они вовремя обратят внимания на свое здоровье и сделают соответственные выводы.

В перспективе можно будет дополнить исследование новыми опытными данными, провести не просто измерения, но и целенаправленные пробы. Например, для более полной картины, следует сопоставить изучаемые показатели в состоянии покоя, а также до и после выполнения физической нагрузки. А также определить длительность восстановления этих показателей до значений, предшествовавших исследованию. Это все может быть перспективами работы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аринчин Н.И., Горбачевич А.И., Кононцев В.И.* Экспресс-метод интегральной оценки и классификации кровообращения в норме и патологии // Докл. АН БССР. 1978. Т. 22. № 6. С. 569.
2. *Бисярина В.П., Яковлев В.М., Кукса П.Я.* Артериальные сосуды и возраст. М.: Медицина, 1986. 224с.
3. *Гундаров И.А., Пушкарь Ю.Т., Константинов Е.Н.* О нормативах центральной гемодинамики, определяемых методом тетраполярной грудной реографии // Тер. Арх. 1983. № 4. С. 26.
4. Интегральная оценка донозологического адаптивного состояния индивида с помощью классических и компьютерных технологий / Составители: *А.П. Спицин, В.С.Мясников.* – Киров: Кировская государственная медицинская академия, Вятский государственный гуманитарный университет, 2008. – 80 с.
5. *Кобалава Ж.Д., Котовская Ю.В.* Артериальная гипертензия в вопросах и ответах. Справочник для врачей. М.: Медицина, 2002. 100с.
6. *Левушкин С.П.* Комплексная оценка физической работоспособности юношей // Физиология человека. 2001. Т. 27. № 5. С. 68.
7. Методы оценки физического и функционального состояния студентов специального учебного отделения: Учебно-методическое пособие / В.Б. Мандриков, М.П. Мишулина – Волгоград: Изд-во ВолГМУ. – 48с.
8. *Т.А.Першина, А.П. Спицин* частота сердечных сокращений и показатели центральной гемодинамики в зависимости от исходного вегетативного тонуса у лиц молодого возраста с наследственной отягощенностью по артериальной гипертензии.
9. *Устименко О.А.* Концепция сохранения здоровья учащейся молодежи в современных социально-экономических условиях // Бюл. Физ. И пат. Дыхания. – 2007. – №24
10. Физиологические основы здоровья: учеб. Пособие / [отв. Ред.: Р.И. Айзман]. – Изд.2-е, перераб. И доп. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 349 с.
11. *Яхонтов С.В., Ласукова Т.В.* Физиология. Методы оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы: Учебно-методическое пособие / Томск: Издательство Томского государственного университета, 2007. 38 с.
12. *Агаджанян Н.А., Коновалова Г.М., Ожева Р.Ш., Уракова Т.Ю.* Воздействие внешних факторов на формирование адаптационных реакций организма человека // Новые технологии. 2010. № 2. С. 142-144.
13. *Баевский Р.М., Берсенева А.П.* Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина, 1997. 236 с.

14. *Сергеева С.Д.* Работа сердца и сердечно-сосудистой системы в стрессовых ситуациях // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2014. Т. 4. № 5. С. 898.
15. *Казанский А.А., Ларионова А.Н., Медведева В.В., Садовикова Е.С., Бикбаева М.В., Фефелова Е.В.* Изучение возможностей инструментальных методов обследования сердечно-сосудистой системы в диагностике состояния системы гемостаза // Медицина завтрашнего дня: материалы 15 межрегион. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых. Чита, 2016. С. 198-200.
16. *Брехман И.И.* Валеология – наука о здоровье. М.: Физкультура и спорт, 1990. 212 с.

### Приложение 1. Гемодинамические показатели, используемые в исследовании

**1. Частота сердечных сокращений (ЧСС)** — это важнейший показатель качества физиологических процессов в организме, позволяющий судить о здоровом состоянии организма и его тренированности. У обыкновенного взрослого человека нормальный пульс составляет 60-80 ударов в минуту.

Учащение пульса возникает при физической нагрузке, при нервном напряжении, курении, потреблении чая, кофе. Учащение пульса более 100 ударов в минуту называется тахикардией и требует к себе особого внимания. Понижение пульса до значений меньше 50 ударов в минуту называется брадикардией и также требует к себе особого внимания.

**2. Артериальное давление** - важнейший параметр системы кровообращения и здоровья в целом. При его неадекватном снижении ухудшается снабжение кислородом и другими веществами сердца, мозга и других органов, ухудшается самочувствие и работоспособность.

При измерении АД регистрируют два числа, которые часто в быту называют верхним и нижним АД. Правильнее верхнее АД называть систолическим (САД), а нижнее – диастолическим (ДАД). Оптимальным является уровень кровяного давления, при котором отмечается наименьший риск сердечно-сосудистых осложнений (у лиц 15 лет и старше считается в пределах нормы систолическое давление от 109 до 136 мм.рт.ст. и диастолическое – от 66 до 86 мм.рт.ст.)

**3. Разность между величинами систолического и диастолического давлений называют пульсовым давлением (ПД, мм рт.ст):**  $ПД = САД - ДАД$ . Оно показывает, насколько систолическое давление превышает диастолическое, что необходимо для открытия полулунного клапана аорты во время систолы.

**4. Систолический (ударный) объем крови (СО, мл)** характеризует непосредственно насосную функцию сердца. Это тот объем крови, который сердце выталкивает в сосуды за одно свое сокращение. Исследование систолического объема крови производили по формуле Старра:

$$СО = 90,97 + 0,54 \times ПД - 0,57 \times ДАД - 0,61 \times В, \text{ (J. Starr, 1954)}$$

где СО – систолический объём, мл; ПД – пульсовое давление, мм рт.ст; ДАД – диастолическое давление, мм рт.ст; В – возраст испытуемого, в годах.

**5. Минутный объем крови (МОК, л/мин.)** - величина, характеризующая количество крови, которое отправляет миокард в кровеносную систему в течение минуты. В норме он составляет 4-6 л/мин,

или

$$\text{МОК} = (\text{СО} \times \text{ЧСС}) / 1000.$$

**6. Вегетативный индекс Кердо (ВИК)** предназначен для определения вегетативного баланса и позволяет оценить его смещение в сторону симпатической или парасимпатической активности. Индекс вегетативного равновесия (ВИК) рассчитывали по формуле:

$$\text{ВИК} = (1 - (\text{ДАД}/\text{ЧСС})) \times 100.$$

Значения ВИК больше +5 свидетельствуют о преобладании симпатических влияний вегетативной нервной системы (симпатикотония), значения ниже -5 — о преобладании парасимпатических влияний (ваготония), значения от -5 до +5 — о вегетативном равновесии (нормотония).

**7. Индекс Робинсона (ИР)** используется для оценки уровня обменно-энергетических процессов, происходящих в организме, и степени потребления кислорода миокардом. Чем ниже ИР, тем выше максимальные аэробные возможности и, следовательно, уровень соматического здоровья человека. Рассчитывали индекс Робинсона по формуле:

$$\text{ИР} = \text{ЧСС} \times \text{САД} / 100 \text{ (в у. е.)}.$$

Индекс Робинсона в норме не превышает 85 условных единиц (у. е.).

**8. Коэффициент выносливости (КВ)** высчитывается по формуле Кваса. Данный тест характеризует функциональное состояние ССС. Индекс Кваса рассчитывали по формуле:

$$\text{КВ} = \text{ЧСС} \times 10 / \text{ПД}$$

В норме КВ от 12 до 16 у. е. Увеличение его указывает на ослабление деятельности сердечно-сосудистой системы, уменьшение — на её усиление.

**9. Адаптационный потенциал (АП)** — совокупность всех субъективных качеств и способностей личности, позволяющих ей успешно адаптироваться к окружающим условиям. Он рассчитывается по формуле:

$$\text{АП} = 0,011 * \text{ЧСС} + 0,014 * \text{САД} + 0,008 * \text{ДАД} + 0,009 * \text{М} - 0,009 * \text{Р} + 0,014 * \text{В} - 0,27,$$

где В — возраст в годах, М — масса тела в кг, Р — рост в см.

По значениям адаптационного потенциала определяется функциональное состояние человека. Трактовка пробы: ниже 2,6 — удовлетворительная адаптация; 2,6–3,9 — напряжение механизмов адаптации; 3,10–3,49 — неудовлетворительная адаптация; 3,5 и выше — срыв адаптации.

**Приложение 2. Таблица с гемодинамическими показателями в начале учебной недели**

в начале недели														
	пол	Рост	вес	возраст	САД	ДАД	ЧСС	ПД	СО	МОК	ВИК	ИР	КВ	АП
1	ж	162	60	15	120	74	80	46	64,48	5,16	7,50	96	17,39	2,17
2	ж	158	53	15	116	70	69	46	66,76	4,61	-1,45	80,04	15,00	1,94
3	ж	163	54	15	115	69	70	46	67,33	4,71	1,43	80,5	15,22	1,89
4	ж	158	40	15	116	71	69	45	65,65	4,53	-2,90	80,04	15,33	1,83
5	м	165	55	15	125	80	89	45	60,52	5,39	10,11	111,25	19,78	2,32
6	м	172	62	15	118	76	82	42	61,18	5,02	7,32	96,76	19,52	2,11
7	м	164	54	14	121	78	85	43	61,19	5,20	8,24	102,85	19,77	2,19
8	ж	161	58	16	118	77	84	41	59,46	4,99	8,33	99,12	20,49	2,22
9	ж	159	47	14	110	66	66	44	68,57	4,53	0,00	72,6	15,00	1,71
10	ж	156	56	15	107	63	65	44	69,67	4,53	3,08	69,55	14,77	1,76
11	м	157	61	15	115	68	70	47	68,44	4,79	2,86	80,5	14,89	2,00
12	ж	162	50	15	112	69	70	43	65,71	4,60	1,43	78,4	16,28	1,82
13	м	163	54	14	120	78	84	42	60,65	5,09	7,14	100,8	20,00	2,17
14	м	177	65	15	109	62	64	47	71,86	4,60	3,13	69,76	13,62	1,66
15	ж	152	38	15	110	68	65	42	65,74	4,27	-4,62	71,5	15,48	1,71
16	ж	162	78	15	120	75	81	45	63,37	5,13	7,41	97,2	18,00	2,36
17	ж	163	81	15	125	83	93	42	57,19	5,32	10,75	116,25	22,14	2,64
18	м	171	67	15	124	85	95	39	54,43	5,17	10,53	117,8	24,36	2,47
19	м	160	42	15	116	70	70	46	66,76	4,67	0,00	81,2	15,22	1,83
20	ж	164	50	14	115	65	67	50	72,38	4,85	2,99	77,05	13,40	1,77
21	ж	157	47	15	117	70	69	47	67,3	4,64	-1,45	80,73	14,68	1,91
22	ж	164	65	15	126	83	93	43	57,73	5,37	10,75	117,18	21,63	2,50
23	м	164	44	15	110	68	69	42	65,74	4,54	1,45	75,9	16,43	1,70
24	м	178	62	15	112	70	68	42	64,6	4,39	-2,94	76,16	16,19	1,77
25	м	175	79	14	120	76	82	44	62,87	5,16	7,32	98,4	18,64	2,25
26	м	176	67	15	118	78	84	40	58,96	4,95	7,14	99,12	21,00	2,16
27	м	168	54	15	111	65	65	46	69,61	4,52	0,00	72,15	14,13	1,70
28	ж	162	49	15	111	66	64	45	68,5	4,38	-3,13	71,04	14,22	1,71
29	ж	175	47	15	113	66	68	47	69,58	4,73	2,94	76,84	14,47	1,65
30	ж	153	49,5	15	117	70	71	47	67,3	4,78	1,41	83,07	15,11	1,99
31	м	171	67,4	16	120	78	83	42	59,43	4,93	6,02	99,6	19,76	2,24
32	ж	197	75,5	15	114	66	67	48	70,12	4,70	1,49	76,38	13,96	1,71
33	м	169	64,8	15	120	75	81	45	63,37	5,13	7,41	97,2	18,00	2,17
34	ж	190	64,7	15	117	67	65	50	70,63	4,59	-3,08	76,05	13,00	1,70
35	м	157	49	15	109	63	63	46	70,75	4,46	0,00	68,67	13,70	1,69
36	ж	161	50,3	16	115	70	69	45	65,61	4,53	-1,45	79,35	15,33	1,89
37	ж	169	55	15	113	67	65	46	68,47	4,45	-3,08	73,45	14,13	1,75
38	ж	192	88,7	15	125	83	93	42	57,19	5,32	10,75	116,25	22,14	2,45
39	м	170	66,8	15	123	78	85	45	61,66	5,24	8,24	104,55	18,89	2,29
40	м	160	46,7	15	114	68	70	46	67,9	4,75	2,86	79,8	15,22	1,83
41	ж	158	49,4	16	117	71	70	46	65,58	4,59	-1,43	81,9	15,22	1,95
42	ж	182	59	16	127	85	95	42	55,44	5,27	10,53	120,65	22,62	2,35
43	ж	173	57	15	120	77	83	43	61,15	5,08	7,23	99,6	19,30	2,11
44	ж	162	49	15	110	66	68	44	67,96	4,62	2,94	74,8	15,45	1,74
45	м	165	48,5	15	111	67	66	44	67,39	4,45	-1,52	73,26	15,00	1,71

Средние значения в начале недели											
	САД	ДАД	ЧСС	ПД	СО	МОК	ВИК	ИР	КВ	АП	
1-ая группа	113,04	67,44	67,48	45,59	68,00	4,59	0,04	76,32	14,83	1,79	
2-ая группа	119,83	76,67	82,83	43,17	61,48	5,09	7,44	99,27	19,23	2,20	
3-ая группа	125,33	83,17	93,00	42,17	57,08	5,31	10,57	116,56	22,11	2,45	

**Приложение 3. Таблица с гемодинамическими показателями в конце учебной недели**

в конце недели														
	пол	Рост	вес	возраст	САД	ДАД	ЧСС	ПД	СО	МОК	ВИК	ИР	КВ	АП
1	ж	162	60	15	122	78	85	44	61,12	5,20	8,24	103,7	19,32	2,29
2	ж	158	53	15	117	72	70	45	65,08	4,56	-2,86	81,9	15,56	1,98
3	ж	163	54	15	119	71	72	48	67,27	4,84	1,39	85,68	15,00	1,99
4	ж	158	40	15	119	74	71	45	63,94	4,54	-4,23	84,49	15,78	1,92
5	м	165	55	15	127	85	95	42	66,05	5,32	10,53	120,65	22,62	2,45
6	м	172	62	15	120	76	84	44	62,26	5,23	9,52	100,8	19,09	2,16
7	м	164	54	14	124	80	87	44	60,59	5,27	8,05	107,88	19,77	2,27
8	ж	161	58	16	122	77	85	45	61,62	5,24	9,41	103,7	18,89	2,29
9	ж	159	47	14	113	70	68	43	65,75	4,47	-2,94	76,84	15,81	1,81
10	ж	158	56	15	109	66	67	43	67,42	4,52	1,49	73,03	15,58	1,83
11	м	157	61	15	116	70	72	46	66,76	4,81	2,78	83,52	15,65	2,05
12	ж	162	50	15	113	69	70	44	66,25	4,64	1,43	79,1	15,91	1,84
13	м	163	54	14	123	80	85	43	60,05	5,10	5,88	104,55	19,77	2,24
14	м	177	65	15	110	65	67	45	69,07	4,63	2,99	73,7	14,89	1,73
15	ж	152	38	15	115	70	69	45	66,22	4,57	-1,45	79,35	15,33	1,84
16	ж	162	78	15	124	79	86	45	61,09	5,25	8,14	106,64	19,11	2,50
17	ж	163	81	15	129	88	99	41	63,8	5,33	11,11	127,71	24,15	2,80
18	м	171	67	15	128	86	97	42	55,48	5,38	11,34	124,16	23,10	2,55
19	м	160	42	15	118	71	71	47	66,73	4,74	0,00	83,78	15,11	1,88
20	ж	164	50	14	116	69	70	47	68,48	4,79	1,43	81,2	14,89	1,85
21	ж	157	47	15	119	70	72	49	68,38	4,92	2,78	85,68	14,69	1,97
22	ж	164	65	15	130	88	99	42	54,34	5,38	11,11	128,7	23,57	2,66
23	м	164	44	15	115	69	70	46	67,33	4,71	1,43	80,5	15,22	1,79
24	м	178	62	15	116	72	70	44	64,54	4,52	-2,86	81,2	15,91	1,87
25	м	175	79	14	125	78	83	47	63,35	5,26	6,02	103,75	17,66	2,35
26	м	176	67	15	121	79	86	42	59,47	5,11	8,14	104,06	20,48	2,23
27	м	168	54	15	114	69	68	45	66,79	4,54	-1,47	77,52	15,11	1,81
28	ж	162	49	15	115	69	67	46	67,33	4,51	-2,99	77,05	14,57	1,82
29	ж	175	47	15	115	68	70	47	68,44	4,79	2,86	80,5	14,89	1,71
30	ж	153	49,5	15	118	72	73	46	65,62	4,79	1,37	86,14	15,87	2,04
31	м	171	67,4	16	123	80	85	43	58,83	5,00	5,88	104,55	19,77	2,32
32	ж	197	75,5	15	115	70	69	45	66,22	4,57	-1,45	79,35	15,33	1,78
33	м	169	64,8	15	124	77	83	47	63,31	5,25	7,23	102,92	17,66	2,27
34	ж	190	64,7	15	118	69	68	49	68,95	4,69	-1,47	80,24	13,88	1,76
35	м	157	49	15	110	67	68	43	66,85	4,55	1,47	74,8	15,81	1,79
36	ж	161	50,3	16	117	71	70	46	65,58	4,59	-1,43	81,9	15,22	1,93
37	ж	169	55	15	115	71	69	44	65,11	4,49	-2,90	79,35	15,68	1,85
38	ж	192	88,7	15	129	87	98	42	54,91	5,38	11,22	126,42	23,33	2,59
39	м	170	66,8	15	124	79	86	45	61,09	5,25	8,14	106,64	19,11	2,33
40	м	160	46,7	15	116	70	71	46	66,76	4,74	1,41	82,36	15,43	1,89
41	ж	158	49,4	16	118	73	72	45	63,9	4,60	-1,39	84,96	16,00	2,00
42	ж	182	59	16	131	86	97	45	56,49	5,48	11,34	127,07	21,56	2,44
43	ж	173	57	15	121	78	85	43	60,58	5,15	8,24	102,85	19,77	2,15
44	ж	162	49	15	114	69	71	45	66,79	4,74	2,82	80,94	15,78	1,85
45	м	165	48,5	15	115	70	70	45	66,22	4,64	0,00	80,5	15,56	1,83
<b>Средние значения в конце недели</b>														
					САД	ДАД	ЧСС	ПД	СО	МОК	ВИК	ИР	КВ	АП
				1-ая группа	115,37	69,85	69,81	45,52	66,58	4,65	-0,07	80,58	15,35	1,87
				2-ая группа	122,75	78,42	85,00	44,33	61,11	5,19	7,74	104,34	19,20	2,28
				3-ая группа	129,00	86,67	97,50	42,33	55,18	5,38	11,11	125,79	23,05	2,58

## Приложение 4. Памятка для сохранения ССС

### КАК СОХРАНИТЬ СЕРДЦЕ ЗДОРОВЫМ



В любой ситуации старайтесь **сохранять спокойствие**. На нервную встряску первой реагирует сердечно-сосудистая система. Не перегревайте свой «мотор» напрасно!



Придерживайтесь **режима умеренной физической активности**. Чтобы сорвать сердце, достаточно пробежать один марафон, а чтобы восстановить его работу - годы лечения.



Не занимайтесь **самоедством**. Сердце не любит застарелых обид.



Правильно питайтесь. Важнее всего свежесть и качество. **Продуктов, которые есть нельзя, не существует**. Главное, чтобы солёные, мясные и жирные блюда не присутствовали на вашем столе ежедневно.



Проверяйте **сердце после любого заболевания**. Доказано, что любая болезнь оставляет на сердце след. Главное - вовремя это обнаружить.

