

**ДЕФИБРИЛЛЯТОРЫ И ПРИНЦИПЫ ИХ РАБОТЫ. УСТРОЙСТВО,
ПРИНЦИП РАБОТЫ И ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ СПИРОГРАФА**

Ташкентский Государственный Медицинский Университет
Шарофиддинова Иродахон Бахромжон кизи
студентка 1 курса 1-го лечебного факультета,
Убайдуллаева Вазира Паччахановна
*научный руководитель, ассистент кафедры биомедицинской инженерии,
информатики и биофизики*

**ИНФОРМАЦИЯ О
СТАТЬЕ**

ИСТОРИЯ СТАТЬИ:

Received: 23.06.2026

Revised: 24.06.2026

Accepted: 25.06.2026

**КЛЮЧЕВЫЕ
СЛОВА:**

*Дефибриллятор,
дефибриляция,
спирограф, спирография,
биофизика, сердечный
ритм, дыхательная
система, диагностика,
медицинская техника.*

АННОТАЦИЯ:

*в статье рассмотрены устройство,
принцип работы и применение
дефибрилляторов и спирографов в
медицинской практике. Описаны
биофизические основы дефибриляции и
спирографии, основные элементы
конструкции приборов, а также их значение
для диагностики и лечения заболеваний
сердечно-сосудистой и дыхательной систем.
Показана роль данных устройств в
современной клинической медицине и оказании
экстренной помощи.*

Современная медицина неразрывно связана с использованием высокотехнологичных диагностических и лечебных устройств, основанных на достижениях биофизики, электроники и физиологии человека. Биофизика изучает физические процессы, происходящие в живых организмах, а также принципы функционирования медицинской аппаратуры, применяемой для диагностики, мониторинга и лечения различных заболеваний. Особое место среди таких приборов занимают устройства для исследования и поддержания функций сердечно-сосудистой и дыхательной систем, поскольку заболевания сердца и органов дыхания остаются одними из ведущих причин заболеваемости и смертности во всем мире.

Для оказания неотложной помощи пациентам с тяжелыми нарушениями сердечного ритма широко применяются дефибрилляторы — аппараты, способные восстанавливать нормальную электрическую активность сердца посредством кратковременного электрического разряда. Не менее важным диагностическим

прибором является спирограф, предназначенный для исследования функции внешнего дыхания и оценки состояния дыхательной системы. Изучение принципов работы данных устройств имеет большое значение для подготовки будущих врачей, поскольку они широко используются в повседневной клинической практике.

Цель данной статьи заключается в рассмотрении биофизических основ, устройства, принципов действия и медицинского применения дефибрилляторов и спирографов.

Дефибрилляторы и принципы их работы

Дефибриллятор представляет собой медицинский аппарат, предназначенный для восстановления нормального сердечного ритма путем воздействия на миокард кратковременным электрическим импульсом. Основной областью его применения являются состояния, сопровождающиеся жизнеугрожающими нарушениями сердечного ритма, прежде всего фибрилляцией желудочков и желудочковой тахикардией без пульса. Главная задача дефибрилляции заключается в прекращении хаотической электрической активности сердца и восстановлении нормальной работы его проводящей системы.

Биофизическая основа дефибрилляции связана с электрической активностью сердечной мышцы. В норме сокращения сердца происходят благодаря импульсам, возникающим в синусовом узле и распространяющимся по проводящей системе миокарда. При развитии фибрилляции желудочков электрические сигналы становятся беспорядочными, вследствие чего отдельные мышечные волокна сокращаются хаотично и несогласованно. В результате сердце утрачивает способность эффективно перекачивать кровь. Электрический импульс дефибриллятора вызывает одновременную деполяризацию большого количества клеток миокарда, что прекращает патологическую электрическую активность и позволяет синусовому узлу вновь взять на себя функцию водителя ритма.

Принцип работы дефибриллятора основан на накоплении электрической энергии в специальном конденсаторе с последующим ее быстрым высвобождением через электроды, расположенные на теле пациента. Перед проведением процедуры врач выбирает необходимый уровень энергии разряда, который может составлять от 150 до 360 Дж в зависимости от типа аппарата и клинической ситуации. После подачи импульса электрический ток проходит через грудную клетку и воздействует на сердечную мышцу, создавая условия для восстановления нормального ритма.

С физической точки зрения работа дефибриллятора основана на использовании высоковольтного кратковременного электрического импульса строго контролируемой энергии. Количество накопленной энергии определяется формулой:

$$E=CU^2/2$$

где E — энергия электрического разряда, C — емкость конденсатора, а U — напряжение. Из данной зависимости следует, что увеличение напряжения приводит к значительному росту энергии импульса.

Конструкция дефибриллятора включает источник питания, обеспечивающий работу устройства, конденсатор для накопления электрической энергии, электроды для передачи тока к сердцу пациента, блок управления и монитор. Электроды могут быть наружными, внутренними или одноразовыми самоклеящимися. Блок управления позволяет выбирать параметры разряда, контролировать работу прибора и анализировать электрокардиограмму, тогда как монитор отображает сердечный ритм и технические параметры устройства.

В современной медицинской практике используются различные виды дефибрилляторов. Ручные модели требуют участия медицинского персонала и позволяют самостоятельно выбирать параметры воздействия. Автоматические наружные дефибрилляторы анализируют сердечный ритм пациента и подсказывают пользователю необходимые действия, благодаря чему могут использоваться не только медицинскими работниками, но и специально обученными людьми. Особую группу составляют имплантируемые кардиовертеры-дефибрилляторы, которые хирургически устанавливаются пациентам с высоким риском опасных аритмий и способны автоматически выполнять дефибрилляцию при необходимости.

По характеру прохождения электрического тока различают монофазные и бифазные дефибрилляторы. В монофазных устройствах ток проходит через ткани в одном направлении, что требует использования более высокой энергии и увеличивает вероятность повреждения тканей. В бифазных аппаратах направление тока изменяется в процессе разряда, благодаря чему достигается более высокая эффективность при меньшей энергии воздействия. Именно поэтому большинство современных дефибрилляторов являются бифазными.

Дефибрилляция применяется при фибрилляции желудочков, желудочковой тахикардии без пульса и остановке кровообращения. В то же время она противопоказана при асистолии, наличии эффективного пульса и нормальном сердечном ритме. Дефибрилляторы широко используются в отделениях реанимации и интенсивной терапии, кардиологических стационарах, операционных и службах скорой медицинской помощи. Их применение значительно повышает вероятность выживания пациентов при внезапной остановке сердца и способствует снижению смертности от сердечно-сосудистых заболеваний.

Несмотря на высокую эффективность, использование дефибрилляторов связано с определенными рисками. Среди возможных осложнений отмечаются ожоги кожи в местах контакта электродов, повреждение миокарда при повторных разрядах и ошибки, связанные с неправильным использованием оборудования. Поэтому при проведении дефибрилляции необходимо строго соблюдать правила техники

безопасности, исключая контакт окружающих с пациентом во время подачи разряда.

ДЕФИБРИЛЛЯТОРЫ

принцип работы, устройство и применение

1. ЧТО ТАКОЕ ДЕФИБРИЛЛЯТОР?

Дефибриллятор – это медицинский прибор, предназначенный для восстановления нормального сердечного ритма путем подачи кратковременного электрического разряда на сердце.



2. БИОФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ СЕРДЦА



Сердечный ритм возникает благодаря электрическим импульсам, которые образуются в синусовальном узле и распространяются по проводящей системе сердца, вызывая сокращение сердечной мышцы.

Синусовальный узел (водитель ритма)
 Атриоventрикулярный узел
 Пучок Гиса
 Волокна Пуркинье

3. ФИБРИЛЛЯЦИЯ ЖЕЛУДОЧКОВ

Фибрилляция желудочков (ФЖВ) – опасное состояние, при котором электрическая активность становится хаотичной, желудочки сокращаются беспорядочно и неэффективно. Без лечения это приводит к остановке кровообращения и смерти.




4. ПРИНЦИП РАБОТЫ ДЕФИБРИЛЛЯТОРА

Электрический разряд большой энергии (обычно 150–360 Дж) подается на сердце. Импульс проходит через миокард и прекращает хаотичную электрическую активность. После этого синусовый узел может восстановить нормальный ритм.



5. УСТРОЙСТВО ДЕФИБРИЛЛЯТОРА



- Экран (дисплей)
- Панель управления
- Конденсатор (накопитель энергии)
- Блок зарядки и управления
- Разрядная цепь
- Электроды (палы)
- Батарей / источник питания

6. ВИДЫ ДЕФИБРИЛЛЯТОРОВ

Вид	Особенности	Применение
Ручные (профессиональные)	Управляется медицинским персоналом, широкий диапазон настроек	Больницы, реанимации, отделение интенсивной терапии
Автоматические наружные (AED)	Анализируют ритм и при необходимости подают разряд автоматически	Общественные места, скорая помощь, первая помощь
Интегрируемые (ИЖД)	Важнейшая в организм, постоянно мониторит ритм и при необходимости подают разряд	Пациенты с высоким риском жизнеугрожающих аритмий

7. ПРИМЕНЕНИЕ ДЕФИБРИЛЛЯТОРОВ

- Фибрилляция желудочков и желудочковая тахикардия без пульса
- Остановка сердца
- Реанимационные мероприятия (СЛР)
- Отделение реанимационной терапии
- Сквозь медицинские повязки
- Кардиологическое отделение



8. ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ ДЕФИБРИЛЛЯЦИИ

- Оценить состояние пациента
- Включить дефибриллятор, анализ ритма
- Зарядить аппарат
- Убедиться, что все отключено от пациента
- Нажать кнопку разряда

❗ После разряда – немедленно проверить СРР и оценить ритм.

9. ЭНЕРГИЯ РАЗРЯДА

Тип разряда	Энергия	Особенности
Монофазный	360 Дж	Импульс проходит в одном направлении
Бифазный	120–200 Дж	Импульс меняет направление, более эффективен и безопасен

ПРЕИМУЩЕСТВА БИФАЗНЫХ ДЕФИБРИЛЛЯТОРОВ

- Более высокая эффективность при меньшей энергии
- Меньше повреждает тканевые структуры
- Меньше осложнений после разряда



Дефибрилляция – единственный эффективный способ лечения ФЖВ.



Каждый минуту задержка снижает выживаемость на 7–10%.



Риск применения дефибриллятора окупает жизнь.



Соблюдение техники безопасности защищает пациента и персонал.

ПРОТИВПОКАЗАНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ

- Электроды на коже пациента
- Контакт с электромагнитными предметами
- Наличие электрокардиостимулятора высокой концентрации

Спирограф: устройство, принцип работы и применение

Спирограф представляет собой медицинский прибор, предназначенный для исследования функции внешнего дыхания путем измерения объемов и скоростей воздушного потока, проходящего через дыхательные пути человека. Метод исследования называется спирографией или спирометрией и является одним из наиболее распространенных способов функциональной диагностики заболеваний органов дыхания.

Основу работы спирографа составляют биофизические процессы, происходящие во время дыхания. При вдохе объем грудной клетки увеличивается, давление в легких снижается, и воздух поступает в дыхательные пути. При выдохе объем грудной клетки уменьшается, давление повышается, и воздух выходит наружу. Регистрация этих изменений позволяет оценить состояние дыхательной системы и выявить нарушения вентиляционной функции легких.

Принцип действия спирографа основан на измерении объема и скорости движения воздуха во время дыхания пациента. Исследуемый дышит через специальный мундштук, соединенный с датчиком потока воздуха. Полученная информация преобразуется в электрические сигналы, обрабатывается компьютерной системой и отображается в виде графика, называемого спирограммой.

Современный спирограф включает несколько основных компонентов: мундштук, через который осуществляется дыхание пациента, датчик воздушного потока, регистрирующую систему, компьютерный блок обработки данных и дисплей для отображения результатов исследования. В зависимости от конструкции различают механические и электронные спирографы. Механические модели использовались преимущественно в прошлом и основывались на барабанной регистрации показателей. В настоящее время наиболее распространены электронные цифровые приборы, отличающиеся высокой точностью измерений, автоматическим анализом данных и возможностью длительного хранения результатов исследований.

Во время спирографии определяются различные показатели функции внешнего дыхания. Одним из основных параметров является дыхательный объем — количество воздуха, проходящего через легкие при обычном вдохе и выдохе. У взрослого человека его среднее значение составляет около 500 мл. Важное диагностическое значение имеют жизненная емкость легких, форсированная жизненная емкость легких и объем форсированного выдоха за первую секунду, который широко используется для диагностики бронхиальной обструкции.

Для оценки вентиляции легких также рассчитывается минутный объем дыхания, определяемый по формуле:

$$MOD=DO\times f$$

где MOD — минутный объем дыхания, DO — дыхательный объем, а f — частота дыхательных движений.

Результатом исследования является спирограмма — графическая запись дыхательных движений. Анализ спирограммы позволяет определить объемы легких, скорость воздушного потока, наличие обструктивных нарушений и степень вентиляционных расстройств.

Спирография широко применяется в пульмонологии, терапии, спортивной медицине, при проведении профилактических осмотров и в отделениях реанимации. Метод позволяет диагностировать бронхиальную астму, хроническую обструктивную болезнь легких, эмфизему, пневмонию и различные формы дыхательной недостаточности. Среди преимуществ спирографии следует отметить ее безопасность, безболезненность, высокую информативность и возможность раннего выявления заболеваний дыхательной системы. Вместе с тем точность исследования во многом зависит от правильности выполнения дыхательных маневров пациентом и соблюдения методики обследования.

Для получения достоверных результатов перед проведением исследования рекомендуется отказаться от курения, употребления алкоголя и тяжелых физических нагрузок, а также строго выполнять указания медицинского персонала.

СПИРОГРАФ (СПИРОМЕТР): УСТРОЙСТВО, ПРИНЦИП РАБОТЫ И ПРИМЕНЕНИЕ

1. ЧТО ТАКОЕ СПИРОГРАФ?

Спирограф (спирометр) – это медицинский прибор для исследования функции внешнего дыхания путём измерения объёма и скорости дыхательного воздуха, количества и выдыхаемого кислорода.

Методика исследования: Пациент выполняет дыхательные маневры через маску/мундштук. Прибор регистрирует объёмы и скорости воздуха и выводит результаты в виде графиков и числовых показателей.



2. БИОФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДЫХАНИЯ



Дыхание – это процесс газообмена между организмом и внешней средой.

Вдох: сокращение диафрагмы и межреберных мышц → увеличение объёма грудной полости → сокращение давления → воздух поступает в лёгкие.

Выдох: расслабление мышц → уменьшение объёма грудной полости → повышение давления → воздух выходит из лёгких.

3. ПРИНЦИП РАБОТЫ СПИРОГРАФА



Датчик измеряет объём и скорость воздушного потока. Электронный блок обрабатывает сигнал и строит спирограмму – графическое изображение дыхательных объёмов и скорости.

Физический принцип: изменение кинематического объёма или скорости потока воздуха (интегрирование, дифференцирование, ультразвуковой метод).

4. УСТРОЙСТВО СПИРОГРАФА



1. Датчик (железо)
2. Панель управления
3. Мундштук
4. Датчик потока (турбина / пневмотахометр)
5. Клапан обратного и прямого дыхания
6. Принтер (для печати результатов)
7. Специальные кабеля

5. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПИРОГРАФИИ

Показатель	Обозначение	Описание
Дыхательный объём	DO (TV)	Объём воздуха при спокойном дыхании (V _D)
Максимальная выдыхаемая скорость	MEF (V ₅₀)	Максимальная скорость выдоха, которая может выдохнуть после максимального вдоха
Функциональная остаточная ёмкость	FRC (FRC)	Объём воздуха, который может выдохнуть после максимального вдоха
Объём функциональной остаточной ёмкости за 1 секунду	FRV (FRV)	Объём воздуха, выдохнутого за первую секунду форсированного выдоха
Индекс Тиффно	OTI, % (OTI)	Сопоставление % активности для дыхательных объёмов между пациентами
Максимальный объём дыхания	MDD (MDD)	Объём воздуха, который может выдохнуть за 1 секунду
Частота дыхания	CD (R)	Частота дыхательных движений в минуту

6. СПИРОГРАММА



На спирограмме оцениваются объёмы и скорости дыхания. Форма кривой позволяет выявить нарушения вентиляции лёгких.

7. ПРИМЕНЕНИЕ СПИРОГРАФИИ

- ✓ Диагностика заболеваний лёгких (хронический астма, ХОБЛ, фиброз и др.)
- ✓ Оценка степени обструкции дыхательных путей
- ✓ Контроль эффективности лечения
- ✓ Предоперационная оценка функции лёгких
- ✓ Профитакторинг (требования)
- ✓ Исследования в области реабилитации



8. НОРМАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Показатель	Норма	Обструктивные нарушения	Рестриктивные нарушения
MEF (V ₅₀)	Норма	Норма или ↓	↓
FRV (FRV)	Норма	↓ или норма	↓
OTI, % (OTI)	Норма	↓ ↓	Норма или ↓
MDD (MDD)	> 70 %	< 70 %	Норма или ↓
Кривая поток-объём	Нормальная	Выпуклая	Угловатая, уменьшенный объём

T – возрастание; ↓ – снижение; ↓↓ – значительно снижено

9. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ МЕТОДА

Преимущества	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Невысокая стоимость и безопасность ✓ Высокая информативность ✓ Вспомогательность для лечения ✓ Быстрая процедура ✓ Возможность динамического наблюдения 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Требует сотрудничества пациента ✗ Зависит от правильности выполнения маневров ✗ Противопоказаны при острых заболеваниях дыхательной системы, беременности и др. ✗ Необходима квалификация персонала

КРАТКО О ГЛАВНОМ



Спирограф позволяет количественно оценить функцию внешнего дыхания. Основные показатели – ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ₁ и др. с помощью. Анализ спирограммы позволяет выявить обструктивные и рестриктивные нарушения и контролировать лечение.

ОБЪЁМЫ ЛЁГКИХ (схема)



Резервный объём воздуха (РВА)
 Дыхательный объём (DO)
 Резервный объём воздуха (РВА)
 Смертельный объём (СО)

Вместимость лёгких
 Максимальная выдыхаемая скорость (MEF)
 Функциональная остаточная ёмкость (ФЖЕЛ)

Объём выдыхаемого воздуха (DO)
 Резервный объём воздуха (РВА)

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

DO (TV) – дыхательный объём
 FEF (V₅₀) – максимальная выдыхаемая скорость
 FRV (FRV) – функциональный резервный объём воздуха
 OTI, % (OTI) – индекс Тиффно
 MDD (MDD) – максимальный объём дыхания
 CD (R) – частота дыхания
 OTI, % (OTI) – индекс Тиффно

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

Объём – литры (л) или миллилитры (мл)
 Поток – литры в секунду (л/с)

Заключение

Дефибрилляторы и спирографы относятся к числу важнейших медицинских приборов современной клинической практики. Дефибриллятор обеспечивает восстановление нормального сердечного ритма при опасных нарушениях электрической активности миокарда и играет ключевую роль в оказании экстренной помощи пациентам с остановкой кровообращения. Его работа основана на биофизических принципах воздействия электрического импульса на сердечную мышцу и использовании накопленной в конденсаторе энергии.

Спирограф, в свою очередь, является незаменимым диагностическим устройством для исследования функции внешнего дыхания. Он позволяет оценивать состояние лёгких, выявлять нарушения вентиляции и проводить раннюю диагностику заболеваний дыхательной системы. Принцип работы прибора основан на регистрации объёмов и скоростей воздушного потока во время дыхания человека.

Таким образом, дефибрилляторы и спирографы являются ярким примером практического применения достижений биофизики в медицине. Их использование способствует повышению эффективности диагностики, мониторинга и лечения пациентов, а также играет важную роль в сохранении здоровья и жизни человека.

Список литератур:

1. Ремизов А. Н. Медицинская и биологическая физика. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2022. — 656 с.
2. Самойлов В. О. Медицинская биофизика. — СПб.: СпецЛит, 2021. — 591 с.
3. Орлов Р. С., Ноздрачев А. Д. Нормальная физиология. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2023. — 832 с.
4. Мухин Н. А., Моисеев В. С., Мартынов А. И. Внутренние болезни. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2022. — 960 с.
5. Чазов Е. И., Голицын С. П. Руководство по кардиологии. — М.: Практика, 2021. — 1280 с.
6. Авдеев С. Н. Пульмонология: национальное руководство. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2023. — 768 с.
7. European Resuscitation Council (ERC) Guidelines — рекомендации по сердечно-легочной реанимации и дефибриляции.
8. American Heart Association (AHA) Guidelines for CPR and ECC — современные международные рекомендации по применению дефибрилляторов.
9. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) — международные рекомендации по диагностике и мониторингу заболеваний легких с использованием спирометрии.
10. American Thoracic Society (ATS) — стандарты проведения спирометрии и оценки функции внешнего дыхания.