

# Метод пульсоксиметрии, пульсоксиметрические датчики и аксессуары

19.01.2011

Пульсоксиметр измеряет насыщение артериального гемоглобина кислородом. Технология, которая используется в [пульсоксиметрах](#), сложна, но имеет два основных физических принципа. Во-первых, поглощение гемоглобином света двух различных по длине волн меняется в зависимости от насыщения его кислородом. Во-вторых, световой сигнал, проходя через ткани, становится пульсирующим из-за изменения объема артериального русла при каждом сокращении сердца. Этот компонент может быть отделен микропроцессором от неппульсирующего, идущего от вен, капилляров и тканей.

Метод пульсоксиметрии. Пульсоксиметрические (SpO<sub>2</sub>) датчики и аксессуары

**Пульсоксиметрия** – это метод, позволяющий измерять степень насыщения артериальной крови кислородом (сатурацию крови, SpO<sub>2</sub>).

**Пульсоксиметрия** является наиболее доступным методом мониторинга больных во многих условиях, модуль пульсоксиметрии встроен во все прикроватные мониторы.

## Что измеряет пульсоксиметр?

- Насыщение гемоглобина артериальной крови кислородом – среднее количество кислорода, связанное с каждой молекулой гемоглобина. Данные выдаются в виде процента насыщения и звукового сигнала, высота которого изменяется в зависимости от сатурации.
- Частота пульса – удары в минуту в среднем за 5-20 секунд.

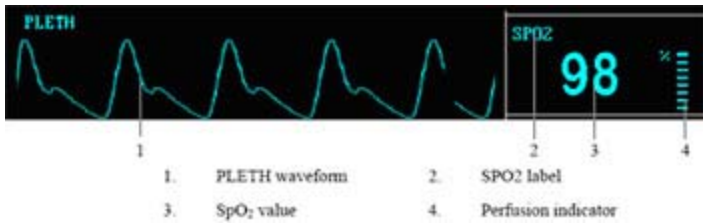
## Принцип пульсоксиметрии

*Кислород транспортируется кровотоком главным образом в связанном с гемоглобином виде. Одна молекула гемоглобина может перенести 4 молекулы кислорода и в этом случае она будет насыщена на 100%. Средний процент насыщения популяции молекул гемоглобина в определенном объеме крови и является кислородной сатурацией крови. Очень небольшое количество кислорода переносится растворенным в крови, однако пульсоксиметром не измеряется.*

Блок пульсоксиметрии состоит из периферического датчика и микропроцессора, встроенного в монитор, данные с которого передаются на дисплей [монитора](#).

## На экране монитора отображается:

- кривая пульса или плетизмограмма (1);
- значение сатурации в процентах (3);
- частота пульса в ударах в минуту (на рисунке эта функция не показана);
- индикатор перфузии – кровенаполнения тканей (4).



## Пульсоксиметрические датчики

Пульсоксиметрический датчик (датчик  $\text{SpO}_2$ ), как правило, устанавливается в периферических отделах организма, например, на пальцах, мочке уха или крыле носа. В датчике находятся два светодиода, один из которых излучает видимый свет красного спектра (660 нм), другой – в инфракрасном спектре (940 нм). Свет проходит через ткани к фотодетектору, при этом часть излучения поглощается кровью и мягкими тканями в зависимости от концентрации в них гемоглобина. Количество поглощенного света каждой из длин волн зависит от степени насыщения гемоглобина кислородом в тканях организма.

### Выделяют два основных вида пульсоксиметрии:

- **Трансмиссионная пульсоксиметрия** (основана на эффекте пропускания света), когда свет от светодиода проходит сквозь ткани и улавливается фотодетектором. Датчики в этом случае надеваются на палец пациента, мочку уха или крыло носа.
- **Отраженная пульсоксиметрия** (основана на эффекте отражения света) использует отраженный свет, т.е. свет отражается от тканей. Такие датчики могут устанавливаться в принципе на любой части тела (например, на лице, предплечье или передней брюшной стенке), однако в этом случае бывает трудно зафиксировать датчик. Принцип работы у такого пульсоксиметра тот же, что и у трансмиссионного.

### Классификация $\text{SpO}_2$ датчиков:

#### А) По длительности использования:

- Одноразовые (используются только у одного пациента ограниченное время, как правило приклеиваются к коже).
- Многократные (используются неограниченное число раз и у разных пациентов).

#### А) Для выбора типа датчика необходимо учитывать продолжительность мониторинга.

Целостность кожных покровов и периферический кровоток – две важных составляющих возможности использования датчиков. **Одноразовые датчики** используются как для длительного, так и для кратковременного мониторинга.

**Многократные датчики** используются в большей степени для однократного выборочного измерения  $\text{SpO}_2$  или кратковременного мониторинга не более 4-х часов. Так как многократные датчики типично оказывают более выраженное давление на место установки, для длительного мониторинга они менее комфортны чем одноразовые.

#### Б) Для выбора типа датчика также необходимо учитывать уровень активности пациента.

Для активно двигающихся пациентов, одноразовые датчики считаются наилучшим выбором для мониторинга, по сравнению с многократными. Одноразовые датчики имеют т.н. «Second-skin»

(Вторая кожа), что обеспечивает большую стабильность в сохранении позиции датчика и улучшает комфорт пациента.

**Многоразовые датчики** менее безопасны для активных пациентов, чем одноразовые, и рекомендуются только для выборочного однократного исследования SpO<sub>2</sub>.

**Многоразовые датчики**, которые фиксируются к месту установки с помощью ленты являются более безопасными для активных пациентов, чем многоразовые датчики, изготовленные по типу зажима на палец. Однако, ленты делают датчик более громоздким, что уменьшает комфорт пациента.

**В) Для выбора типа датчика учитывается возможность возникновения инфекции в месте установки датчика.**

Большинство типов одноразовых датчиков выпускаются в стерильной упаковке. Эти датчики создают преимущество для пациентов с высоким инфекционным риском, таких как недоношенные дети и пациенты с нарушением иммунитета.

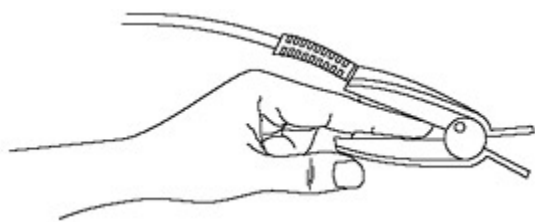
**Многоразовые датчики нестерильные.** Они должны обрабатываться после использования у каждого пациента 70% спиртом или 1:10 раствором Sodium Hypochloro (разбавленный отбеливатель).

### Б) По возрасту

- Взрослые.
- Детские (педиатрические).
- Младенческие.
- Неонатальные (для новорождённых).

**Пульсоксиметрические датчики**, применяемые для взрослых, детей и новорождённых отличаются по своей конструкции. Так взрослые датчики чаще всего закрепляются на пальце, а неонатальные датчики на стопе или кисти, кроме этого у неонатальных датчиков имеется ремень для более надёжной фиксации. Бывают также универсальные датчики, которые могут быть использованы и у взрослых и у детей (такой датчик крепится у взрослого на пальце, а у ребёнка на стопе или кисти).

Ниже на рисунках показаны различные SpO<sub>2</sub> датчики.



- 1) Взрослый пальцевой многоразовый датчик.
- 2) Неонатальный многоразовый датчик



- 3) Крепление неонатального датчика

**Фирмы-производители датчиков:**

В мониторах, предлагаемых нашей компанией, используются датчики четырех производителей.

- SpO<sub>2</sub>-датчики Mindray;
- SpO<sub>2</sub>-датчики Masimo;
- SpO<sub>2</sub>-датчики Nellcor;
- SpO<sub>2</sub>-датчики Envitec.

## ДАТЧИКИ MINDRAY

### Аксессуары

Mindray SpO<sub>2</sub> датчик, взрослый, многоразовый.

Mindray SpO<sub>2</sub> датчик с лентой для фиксации (взрослый/детский/неонатальный)

Удлинительный кабель SpO<sub>2</sub> (Mindray) (6-ти штырьковый коннектор) (40 Degree)

Удлинительный кабель SpO<sub>2</sub> (Mindray) (12-ти штырьковый коннектор)

### Мониторы

Sensitec PM-9000, Sensitec MEC-1200  
Mindray PM-8000, Mindray PM-7000,  
Mindray PM-5000

Sensitec PM-9000, Sensitec MEC-1200,  
Mindray PM-8000, Mindray PM-7000,  
Mindray PM-5000

Sensitec PM-9000, Sensitec MEC-1200  
Mindray PM-8000, Mindray PM-7000

Mindray PM-5000

## ДАТЧИКИ MASIMO

Технология **MASIMO SET**, разработанная в 1989 году Diab & Kiani, получила положительную оценку врачей всего мира. Новая Технология Извлечения Сигнала (Signal Extraction Technology) — именно так переводится аббревиатура SET в названии метода, позволяет «выжать» из сигнала, получаемого от пациента, все, на что способны современные алгоритмы обработки сигналов.

Эта технология позволяет значительно повысить помехоустойчивость метода. С помощью этой технологии можно получать достоверные значения SPO<sub>2</sub> у пациентов с недостаточным кровообращением в периферических тканях и при движении пациента, что делает эту методику незаменимой в неонатологической реанимации, в операционных и в послеоперационном мониторинге тяжелых пациентов, когда традиционные методики определения SPO<sub>2</sub> не дают надежных результатов.

### Набор аксессуаров

Masimo LNCS DC-I датчик SpO<sub>2</sub>, взрослый, многоразовый (Masimo P/N: 1863) Удлинительный кабель SpO<sub>2</sub> (Masimo) (с 6-ти штырьковым коннектором Mindray)

Masimo LNCS NeoPt SpO<sub>2</sub>-датчик, неонатальный одноразовый (<1kg) (Masimo P/N: 1901, коробка 20 штук)

Masimo LNCS Neo SpO<sub>2</sub>-датчик, неонатальный одноразовый (<3 или >40kg) (Masimo P/N: 1862)

Masimo LNCS Inf SpO<sub>2</sub>-датчик, младенческий одноразовый (3-20kg) (Masimo P/N:1861)

Masimo LNCS Pdt SpO<sub>2</sub>-датчик, педиатрический одноразовый (10-50kg) (Masimo P/N:1860)

Masimo LNCS Adt SpO<sub>2</sub>-датчик, взрослый одноразовый (>30kg)

### Мониторы

Sensitec PM-9000, Mindray  
PM-8000, Mindray PM-7000

Sensitec PM-9000, Mindray  
PM-8000, Mindray PM-7000

Sensitec PM-9000, Mindray  
PM-8000, Mindray PM-7000

Sensitec PM -9000, Mindray  
PM-8000, PM Mindray -7000

Sensitec PM-9000, Mindray  
PM-8000, Mindray PM-7000

Sensitec PM-9000, Mindray

(Masimo P/N:1859)	PM-8000, Mindray PM-7000
Masimo LNCS DC-I SpO <sub>2</sub> -датчик, взрослый многоразовый (>30kg) (Masimo P/N: 1863)	Sensitec PM-9000, Mindray PM-8000, Mindray PM-7000
Masimo LNCS DC-IP SpO <sub>2</sub> -датчик, педиатрический многоразовый (10-50kg) (Masimo P/N: 1864)	Sensitec PM-9000, Mindray PM-8000, Mindray PM-7000
Удлинительный кабель SpO <sub>2</sub> (Masimo) с 6-ти штырьковым коннектором Mindray	Sensitec PM -9000, Mindray PM-8000, Mindray PM-7000

## ДАТЧИКИ NELLCOR

Компания **Tyco** является лидером в производстве мониторов на протяжении 2-х десятков лет, а **Nellcor**, как часть компании **Tyco Healthcare** — остается передовым производителем расходных материалов для мониторинга пациентов. **Nellcor OxiMax** датчики являются последней разработкой в пульсоксиметрии. Компания Nellcor так же продолжает производство Oxisensor II датчиков для более ранних моделей мониторов. **Датчики OxiMax** имеют встроенный в штепсель чип с памятью, который содержит все необходимые калибровочные данные, необходимые для точной работы. Ранее применяемые технологии пульсоксиметрии – до сих пор используемые большинством производителей – заносят калибровочные данные непосредственно в монитор, а не в датчик. Помещение электронного чипа с памятью в датчики OxiMax создает куда большую широту для разработки и дизайна датчиков.

### Выбор датчиков Nellcor в зависимости от типа пациента

#### Одноразовые датчики

Группы датчиков	Датчики	Взрослый	Неонатальный	Детский	Педиатрический
Oximax	Oximax Специального назначения	Max-Fast SoftCare SC-A	SoftCare SC-PR SoftCare SC-NEO		Max-Fast
Oximax	Oximax Общего назначения	MAX –A/AL MAX-R	MAX-N	MAX-I	MAX-P
Oximax	OxiCliq датчики	A	N	I	P
		RS-10			
Oxisensor II (не Oximax)	Oxisensor II	R-15 D-25L	N-25	I-20	D-20

#### Многоразовые датчики

	Durasenser	DS-100			D-YS Multisite
OxiMax	Dura-Y	D-YS Multisite	D-YS Multisite	D-YS Multisite	D-YSPD Pedicheck
	Oxiband	D-YSE ушная	OXI-A/N	OXI-P/I	датчик для

клипса  
OXI-A/N

выборочного  
исследования,  
OXI-P/I

## 1) Приклеивающиеся одноразовые датчики (основанные на эффекте пропускания).

Стерильные, приклеивающиеся датчики не представляют риска в плане развития инфекции, обусловленной использованием датчика у разных пациентов. Их носкость и прочность фиксации делает их идеальными для использования у пациентов, которые нуждаются в транспортировке.

**OxiMax приклеивающиеся датчики – MAX-A/MAX-AL, Max-P, MAX-N, MAX-I, MAX-R** – был разработан с плотным неразрывающимся бандажом с дополнительным электронным экранированием для защиты фотодетектор-передатчик соединения.

### OxiMax приклеивающиеся датчики

Max-A/ Max-AL	Взрослый (более 30 кг)
Max -N	Неонатальный/взрослый (менее 3 и более 40 кг)
Max -I	Детский 3 –20 кг
Max -P	Педиатрический 10 – 50 кг
Max -R	Взрослый назальный более 50 кг

**OxiMax OxiCliq датчики – модели A,N,I,P** – вариант для пациентов с адекватной периферической перфузией. Датчик состоит из двух частей, объединяющих многоцветный удлинительный кабель с одноразовым приклеивающимся датчиком. Датчик подсоединяется с помощью коннектора к кабелю и легко разъединяется, если есть необходимость быстрого отключения пациента от монитора.

### OxiMax Cliq датчики

OxiCliq-A	Взрослый (более 30 кг)
OxiCliq -N	Неонатальный/взрослый (менее 3 и более 40 кг)
OxiCliq -I	Детский 3 –20 кг
OxiCliq -P	Педиатрический 10 – 50 кг

**Oxisensor II приклеивающиеся одноразовые датчики – D25/D –25L, D –20, I – 20, N – 25 и R –15** – были разработаны для Nellcor систем первых поколений.

D-25/ D-25L	Взрослый (более 30 кг)
N -25	Неонатальный/взрослый (менее 3 и более 40 кг)
I — 20	Детский 3 –20 кг
P — 20	Педиатрический 10 – 50 кг
R -15	Взрослый назальный более 50 кг

## 2) Неприклеивающиеся одноразовые датчики (основанные на эффекте пропускания).

Nellcor разработал OxiMax SoftCare неприклеивающиеся датчики в ответ на утверждение, что приклеивающиеся датчики могут обуславливать травму кожных покровов, особенно у пациентов с тонкой и нежной кожей (новорожденные, пациенты престарелого возраста и пациенты с ожоговыми поражениями). Кроме того, приклеивающиеся датчики представляют проблему из-за повышения температуры и влажности в месте приклеивания. В отличие от большинства одноразовых датчиков, которые используют клейкую (адгезивную) ленту, SoftCare неприклеивающиеся датчики закрепляются с помощью Velcro. Лента датчика сделана из мягкого, пластичного материала, который позволяет сохранять датчик в месте установки и обеспечивает более комфортную работу, в сравнении с приклеивающимися датчиками.

### OxiMax SoftCare датчики

SC-A	Взрослый (более 40 кг)
SC -NEO	Неонатальный (1,5 — 5 кг)
SC — PR	Для недоношенных детей (менее 1,5 кг)

## 3) Налобные датчики (Основные на эффекте отражения).

Прикрепление датчика на лоб является альтернативой общепринятому расположению датчика (на пальце, на мочке уха или крыле носа). При расположении датчика на лбу, чаще обеспечивается возможность съема сигнала, при невозможности обнаружить сигнал другими датчиками. Налобный датчик более предпочтителен у пациентов с пониженной температурой тела, или с плохой циркуляцией крови. Для лучшего съема данных с налобным датчиком может использоваться налобная лента. Небольшое давление, которое оказывает налобная лента гарантирует отсутствие застоя венозной крови, что является потенциальной причиной ошибок измерения уровня SpO<sub>2</sub>. Nellcor предлагает два налобных одноразовых приклеивающихся датчика: OxiMax Max-Fast налобный датчик, для использования с OxiMax [мониторами](#) и Oxisensor II RS-10 Налобный датчик, который может использоваться с мониторами первых поколений, без технологии OxiMax. В отличие от OxiMax Max-Fast, Oxisensor II RS-10 не может использоваться у неподвижных пациентов и пациентов на искусственной вентиляции легких. Он имеет большие пределы точности ( $\pm 3\%$ ), и более узкий ряд весов, при которых его возможно использовать.

### Преимущества налобных датчиков.

OxiMax Max-Fast налобный датчик выявляет изменения уровня SpO<sub>2</sub> быстрее, чем это может сделать пальцевой датчик, и с точностью которая близко соответствует данным полученным непосредственно из артериальной крови. При низком периферическом кровотоке, OxiMax системы использующие Max-Fast налобные датчики отражают изменения уровня SpO<sub>2</sub> на 1 – 2 минуты раньше, чем пальцевые датчики. Налобные датчики способны определить уровень SpO<sub>2</sub>, тогда, когда пальцевые датчики не могут этого произвести. Налобная область менее подвержена сосудистому спазму и поэтому поддерживают сигнал дольше, чем пальцевой датчики при низкой периферической циркуляции крови. Для ушного датчика при тех же состояниях также возможно уменьшение величины сигнала.

### Другие преимущества налобных датчиков:

- Кожа на лбу более доступна во время операционных вмешательств, когда руки пациента зачастую накрыты пеленкой и недоступны для анестезиолога.
- Голова менее подвижная часть тела чем руки, и это создает лучшие условия для считывания сигнала у подвижных пациентов.

## 4) МНОГОРАЗОВЫЕ ДАТЧИКИ

Многоразовые датчики предназначены для использования для мониторинга SpO<sub>2</sub> у относительно неподвижных пациентов, когда риск перекрестной госпитальной инфекции минимален. Эти датчики предназначены для кратковременного или периодического мониторинга. Все Nellcor многоразовые датчики произведены с использованием OxiMax технологии.

**OxiMax многоразовые датчики включают Durasensor, Oxiband, Dura-Y датчики.**

Durasensor DS-100A	Взрослый (более 40 кг)
Oxiband OXI – A/N	Неонатальный/взрослый (менее 3 и более 40 кг)
Oxiband OXI – P/I	Педиатрический/детский 3 – 40 кг
Dura-Y DY-S Универсальный датчик	Универсальный (Более 1 кг)
Dura – YSE (ушная клипса на датчик)	Ушная клипса, используется с Dura-Y (Более 30 кг)
Dura – YSPD PediCheck (Педиатрический зажим на датчик для выборочных исследований)	Используется с Dura-Y (3 — 40 кг)

### Таблица аксессуаров к многоразовым и частично многоразовым датчикам.

#### Полностью многоразовые датчики

Тип датчика	Модель датчика	Аксессуары
Взрослый пальцевой в виде зажима	Durasensor DS –100 A	
Педиатрический пальцевой в виде зажима	Dura –Y D-YS	Дополнительно D – YSPD пальцевая клипса детская
Взрослый ушной датчик в виде клипсы	Dura –Y D-YS	D – YSE ушная клипса  Posey лента
Взрослый пальцевой или неонатальный на ножку	Dura Y D –YS Oxiband OXI – A/N	Лента из вспененного материала A/N Приклеивающаяся лента ADH – A/N  Posey лента
Взрослый пальцевой или неонатальный на ножку	Dura – YSPD PediCheck (Педиатрический зажим на датчик для выборочных исследований)	Лента из вспененного материала P/I Приклеивающаяся лента ADH – P/I

#### Датчики и аксессуары

Nellcor

Набор аксессуаров

Мониторы



Nellcor DS-100A SpO <sub>2</sub> -датчик, взрослый многоцветный Nellcor удлинительный кабель SpO <sub>2</sub> (с 6-ти игольчатым коннектором, Mindray)	Mindray PM-7000
Nellcor Взрослый SpO <sub>2</sub> одноразовый датчик MAX-A, >30кг (коробка 24 штуки)	Mindray PM-8000, Mindray PM-7000
Nellcor Детский SpO <sub>2</sub> одноразовый датчик MAX- P (10-50Kg) (коробка 24 штуки)	Mindray PM-8000, Mindray PM-7000
Nellcor Младенческий SpO <sub>2</sub> одноразовый датчик MAX-I (3-20Kg) (коробка 24 штуки)	Mindray PM-8000, Mindray PM-7000
Nellcor Неонатальный/ взрослый SpO <sub>2</sub> одноразовый датчик (<3Kg или >40Kg) (коробка 24 штуки)	Mindray PM-8000, Mindray PM-7000
Nellcor DS-100A SpO <sub>2</sub> -датчик, взрослый многоцветный	Sensitec PM-9000, Sensitec MEC-1200, Mindray PM-8000, Mindray PM-7000, Mindray PM-5000
Nellcor OXI-A/N SpO <sub>2</sub> -датчик, взрослый/неонатальный с обмоткой	Sensitec PM -9000, Sensitec MEC-1200, Mindray PM-8000, Mindray PM-7000, Mindray PM-5000
Nellcor OXI-P/I SpO <sub>2</sub> -датчик, педиатрический/младенческий с обмоткой (с лентой для фиксации)	Sensitec PM-9000, Sensitec MEC-1200, Mindray PM-8000, Mindray PM-7000, Mindray PM-5000
Nellcor кабель-удлинитель (с 6-ти игольчатым коннектором, 80 градаций)	Mindray PM-8000, Mindray PM-7000
6 контактный SpO <sub>2</sub> кабель	Mindray PM-7000
Взрослый SpO <sub>2</sub> датчик (многоцветный)	Mindray PM-8000

## **ДАТЧИКИ ENVITEC**

### Набор аксессуаров

Envitec ME2® SpO<sub>2</sub>-датчик одноразовый, с  
микровспененной основой (P/N: 2211-1)  
взрослый (коробка 24 штуки)

Envitec ME2® SpO<sub>2</sub>-датчик одноразовый, с  
микровспененной основой (P/N: 2211-2)  
педиатрический (коробка 24 штуки)

Envitec ME2® SpO<sub>2</sub>-датчик одноразовый, с  
микровспененной основой (P/N: 2211-5)  
младенческий (коробка 24 штуки)

Envitec ME2® SpO<sub>2</sub>-датчик одноразовый, с  
микропористой лентой (P/N: 2211-6)  
неонатальный (коробка 24 штуки)

Envitec многоцветный ушной датчик-клипса SpO<sub>2</sub>

### Мониторы

Sensitec PM-9000, Sensitec MEC-1200, Mindray  
PM-8000, Mindray PM-7000, Mindray PM-5000

Sensitec PM-9000, Sensitec MEC-1200, Mindray  
PM-8000, Mindray PM-7000, Mindray PM-5000

Sensitec PM-9000, Sensitec MEC-1200, Mindray  
PM-8000, Mindray PM -7000, Mindray PM-5000

PM-9000, Mindray PM-8000, Mindray PM-7000,  
MEC-1200, Mindray PM-5000

PM-9000, Mindray PM-8000, Mindray PM-7000,  
MEC-1200, Mindray PM-5000