

Управление делами Президента Российской  
Федерации

ФГУ «Клинический санаторий «Барвиха»

ОТДЕЛЕНИЕ МЕДИЦИНЫ СНА

[www.sleepnet.ru](http://www.sleepnet.ru)

тел. (495) 635-69-07, 635-69-08



**КОМПЬЮТЕРНАЯ МОНИТОРИНГОВАЯ  
ПУЛЬСОКСИМЕТРИЯ В ДИАГНОСТИКЕ АПНОЭ  
СНА И ХРОНИЧЕСКОЙ НОЧНОЙ ГИПОКСЕМИИ**

**Д.м.н. Р.В. Бузунов**

# СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ И ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА

- Общая протяженность сосудов человека - около 86 000 км
- Общая площадь легких - около 100 кв. м.
- За сутки человек делает около 20000 вдохов и вдыхает 10 кубометров воздуха
- Сердце сокращается около 100000 раз и прокачивает 7 тонн крови

Зачем нужна эта титаническая работа?

Вся эта работа обеспечивает единственный  
показатель гомеостаза организма:  
насыщение артериальной крови кислородом

**Пульсоксиметрия** – неинвазивный метод измерения процентного содержания оксигемоглобина в артериальной крови (SpO<sub>2</sub>)

В клинической практике предлагается пользоваться терминами «насыщение артериальной крови кислородом» или «оксигенация артериальной крови», а сам параметр SpO<sub>2</sub> обозначать термином «сатурация».

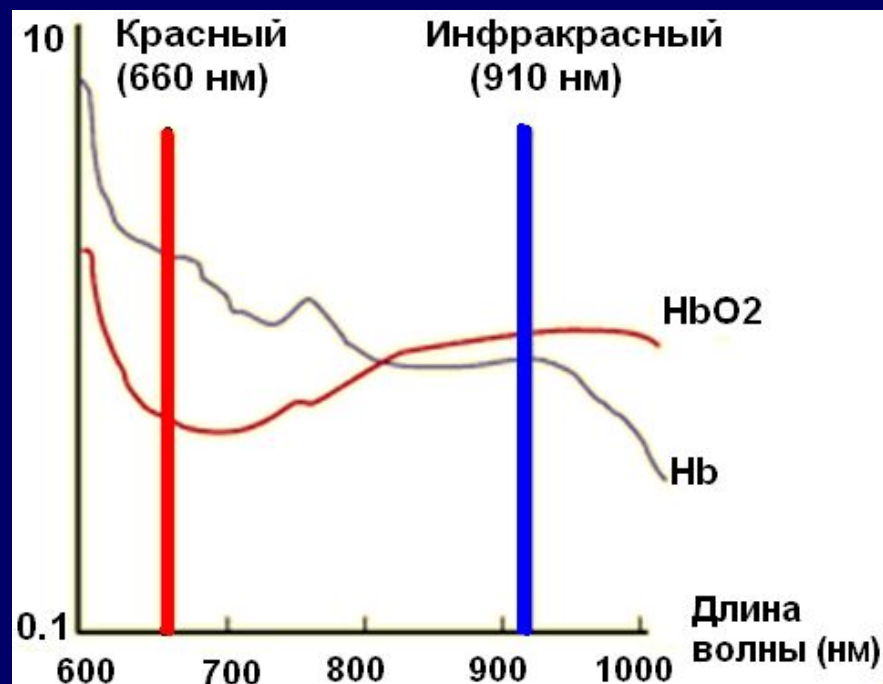
# ТЕРМИНОЛОГИЯ

SpO <sub>2</sub>	Сатурация, измеренная неинвазивным методом
SaO <sub>2</sub>	Сатурация, измеренная в крови лабораторным методом
PaO <sub>2</sub>	Парциальное давление кислорода, растворенного в плазме (около 3% от общего содержания кислорода)
CaO <sub>2</sub>	Общее количество кислорода в крови SaO <sub>2</sub> +PaO <sub>2</sub>

# ПРИНЦИП РАБОТЫ ПУЛЬСОКСИМЕТРА (1)

Оксигенированный гемоглобин (HbO<sub>2</sub>) больше поглощает инфракрасный свет.

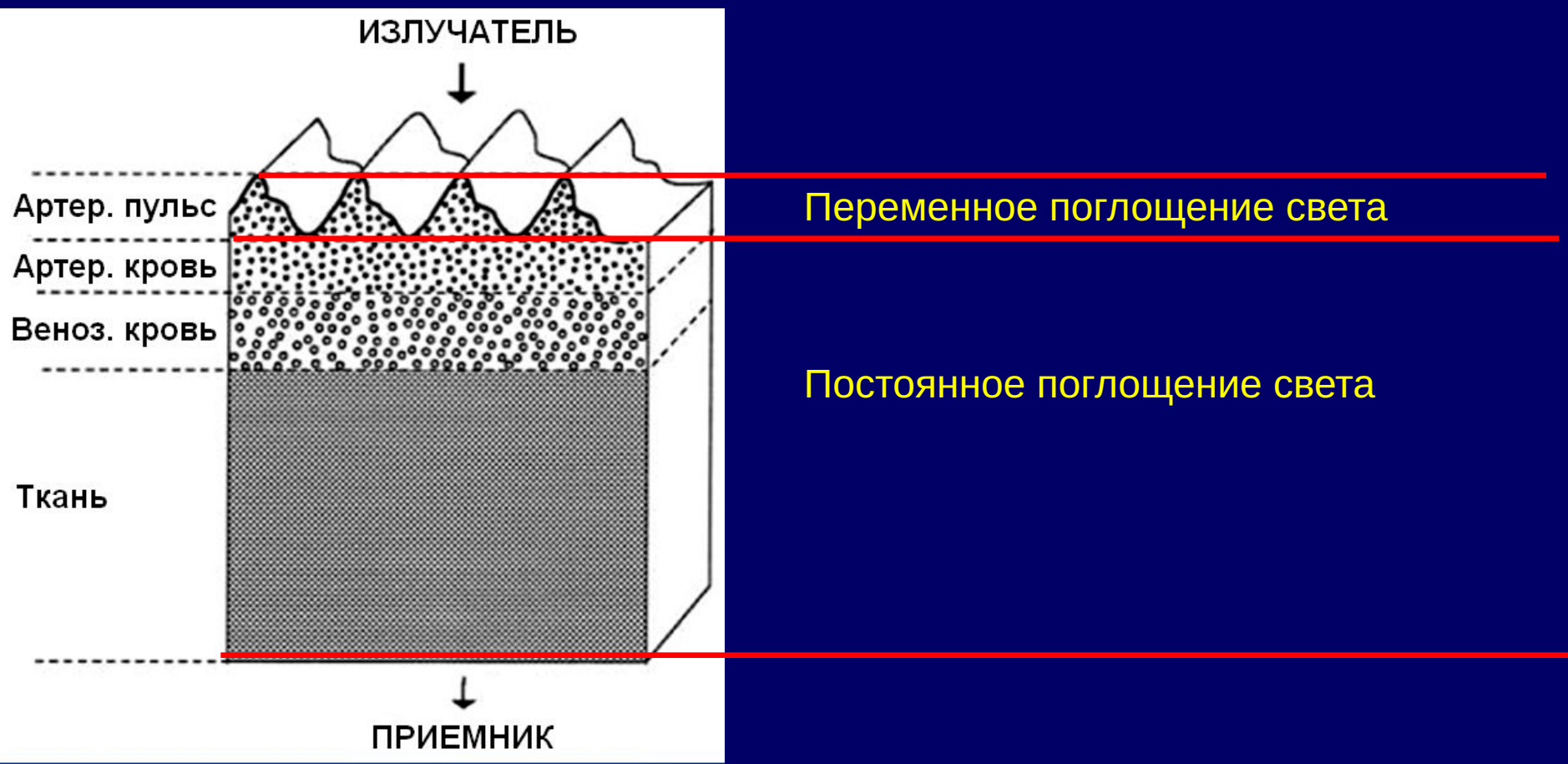
Деоксигенированный гемоглобин (Hb) больше поглощает красный свет.



В пульсоксиметре установлены два светодиода, излучающих красный (600-750 нм) и инфракрасный свет (850-1000 нм). По изменению соотношения в поглощении красного и инфракрасного света во время систолы и диастолы пульсоксиметр определяет содержание оксигенированного гемоглобина в артериальной крови.

# ПРИНЦИП РАБОТЫ ПУЛЬСОКСИМЕТРА (2)

Во время систолы отмечается небольшое увеличение артериального компонента кровотока (пульсовая волна). По изменению степени поглощения света определяется содержание оксигенированного гемоглобина в артериальной крови.



# ПРИНЦИП РАБОТЫ ПУЛЬСОКСИМЕТРА (3)

Сатурация рассчитывается, как соотношение количества HbO<sub>2</sub> к общему количеству гемоглобина, выраженное в процентах:

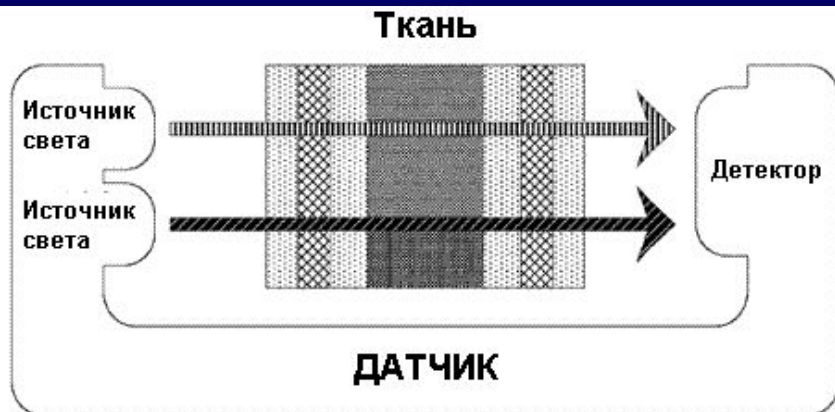
$$SpO_2 = (HbO_2 / HbO_2 + Hb) \times 100\%$$

Например, если 95 молекул гемоглобина насыщено кислородом, то:

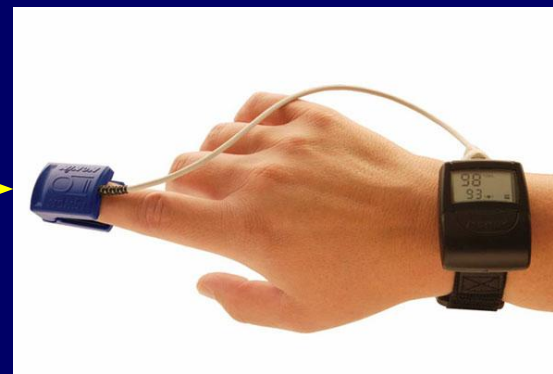
$$SpO_2 = (95 / 95 + 5) \times 100 = 95\%$$



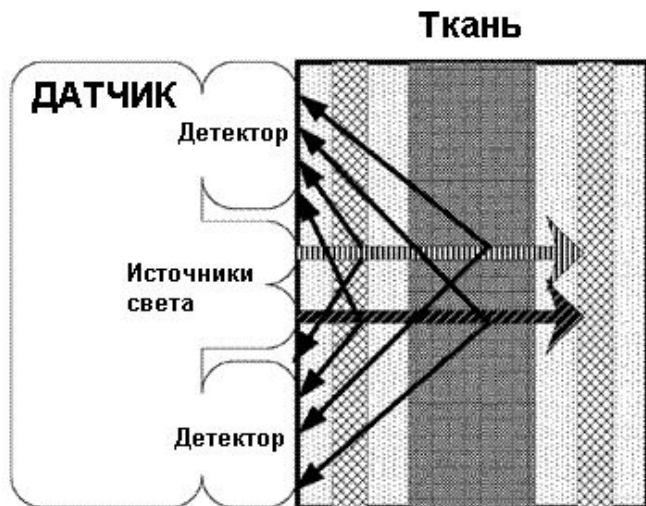
# ТИПЫ ПУЛЬСОКСИМЕТРОВ



Трансмиссионная пульсоксиметрия (на просвет)



Wrist Ox 3100, Nonin, США



Рефракционная пульсоксиметрия (на отражение)



Pulse Ox 7500, SPO Medical, Израиль

- Венозная кровь
- Красный свет
- Артериальная кровь
- Инфракрасный свет
- Ткань

# ОГРАНИЧЕНИЯ ПУЛЬСОКСИМЕТРИИ

Пульсоксиметрия является непрямым методом оценки вентиляции и не дает информации об уровне  $pH$  и  $P_aCO_2$ . Таким образом, не представляется возможным оценить в полной мере параметры газообмена пациента, в частности степень гиповентиляции и гиперкапнии

# ПРИЧИНЫ АРТЕФАКТОВ

- Яркий внешний свет
- Двигательная активность.
- Неправильное расположение датчика.
- Периферический вазоспазм (шок, гипотермия, гиповолемия)
- Отравление угарным газом
- Лак для ногтей
- Анемия
- Трикуспидальная регургитация
- Сердечные аритмии
- Снижение точности измерения при сатурации ниже 70%

Возраст, пол, желтуха и кожа темного цвета практически не влияют на работу пульсоксиметра.

**Компьютерная пульсоксиметрия** — метод длительного мониторинга сатурации и пульса. Для мониторинга применяются компьютерные оксиметры, обеспечивающие регистрацию сигнала с дискретностью раз в несколько секунд (от 1 до 10 секунд). Таким образом, за 8 часов сна компьютерный пульсоксиметр может выполнить более 28000 измерений и сохранить полученные данные в памяти прибора

# Компьютерный пульсоксиметр Pulse Ox 7500

- Первый в мире компьютерный пульсоксиметр, работающий на отражающей технологии.
- Используется для мониторинга насыщения крови кислородом и пульса днем и во время ночного сна.
- Частота регистрации сигнала может задаваться с интервалом 1, 2, 4 и 10 секунд
- Емкость памяти составляет от 8 до 80 часов (в зависимости от частоты регистрации сигнала)
- Емкости батарейки хватает на 300 часов работы (при регистрации раз в 10 секунд)
- Устойчивость к различным видам двигательных артефактов
- Программа обработки позволяет анализировать кривые сатурации и пульса. Автоматически формируется отчет.



# АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИРОВАНИЯ САТУРАЦИИ ВО ВРЕМЯ СНА


Компьютерная программа автоматически генерирует отчет, включающий следующие параметры:

- Максимальная, минимальная и средняя сатурация.
- Максимальный, минимальный и средний пульс.
- Количество значимых периодов падения насыщения крови кислородом (десатураций), отражающих количество апноэ и гипопноэ.
- Таблицы и диаграммы распределения данных сатурации.
- Кривые сатурации и пульса для визуального анализа за весь период наблюдения и за любой выбранный интервал (от 10 секунд на экран).

# СУММАРНЫЙ ОТЧЕТ ПО НОЧНОЙ ПУЛЬСОКСИМЕТРИИ

Recording info			SpO2 summary		Pulse summary	
Hrs.	Min.			%		bpm
Recording time	9	19.0	Highest SpO2	99	Highest Pulse rate	86
Undefined/Motion	0	8.9	Lowest SpO2	71	Lowest Pulse rate	46
Net time	9	10.1	Mean SpO2	94.52	Mean Pulse rate	63.44

SpO2 distribution		Min.	% time	# DeSats
100 % - 94 %	439.6	79.9	4	
93 % - 88 %	82.7	15.0	179	
87 % - 80 %	28.4	5.2	55	
79 % - 70 %	6.1	1.1	23	
69 % - 60 %	0.0	0.0	0	
59 % - 50 %	0.0	0.0	0	
49 % - 40 %	0.0	0.0	0	

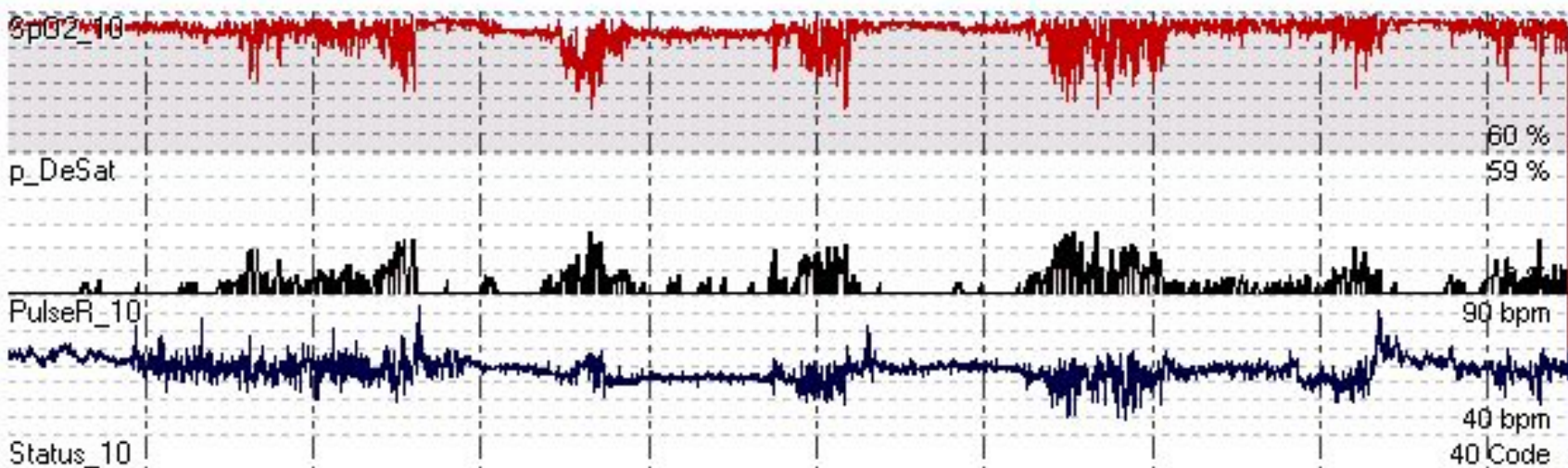
DeSat summary	
Total number	365
O2 DeSaturation Index	39.2
Baseline SpO2 (%)	97.27

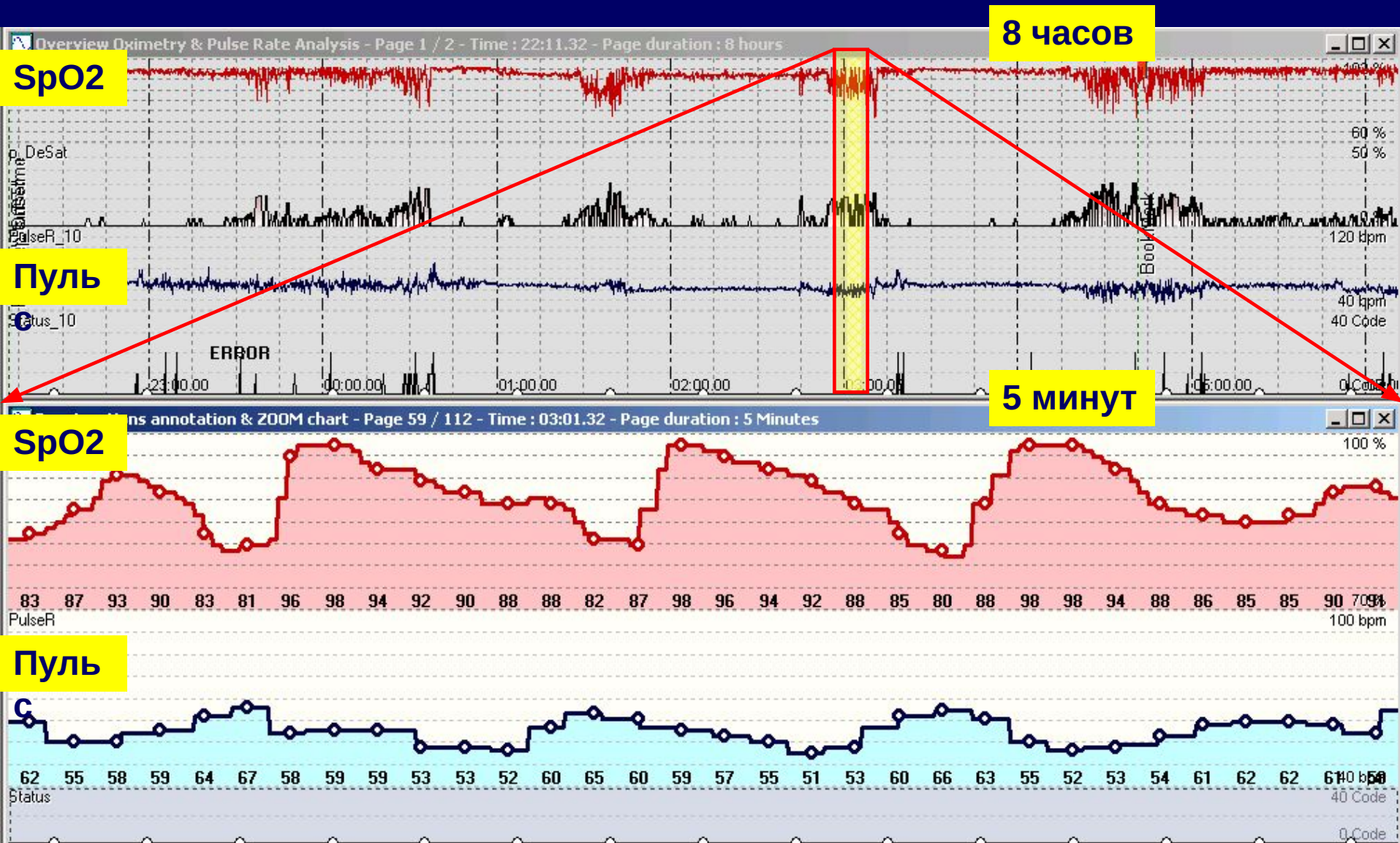
SpO2 <89 %		Min.	Time
Max continuous period	0		
Total time DeSat <89	38		
Total time SpO2 <89	43		

Motion summary		Min.	% time
Motion:	6.8		1.2

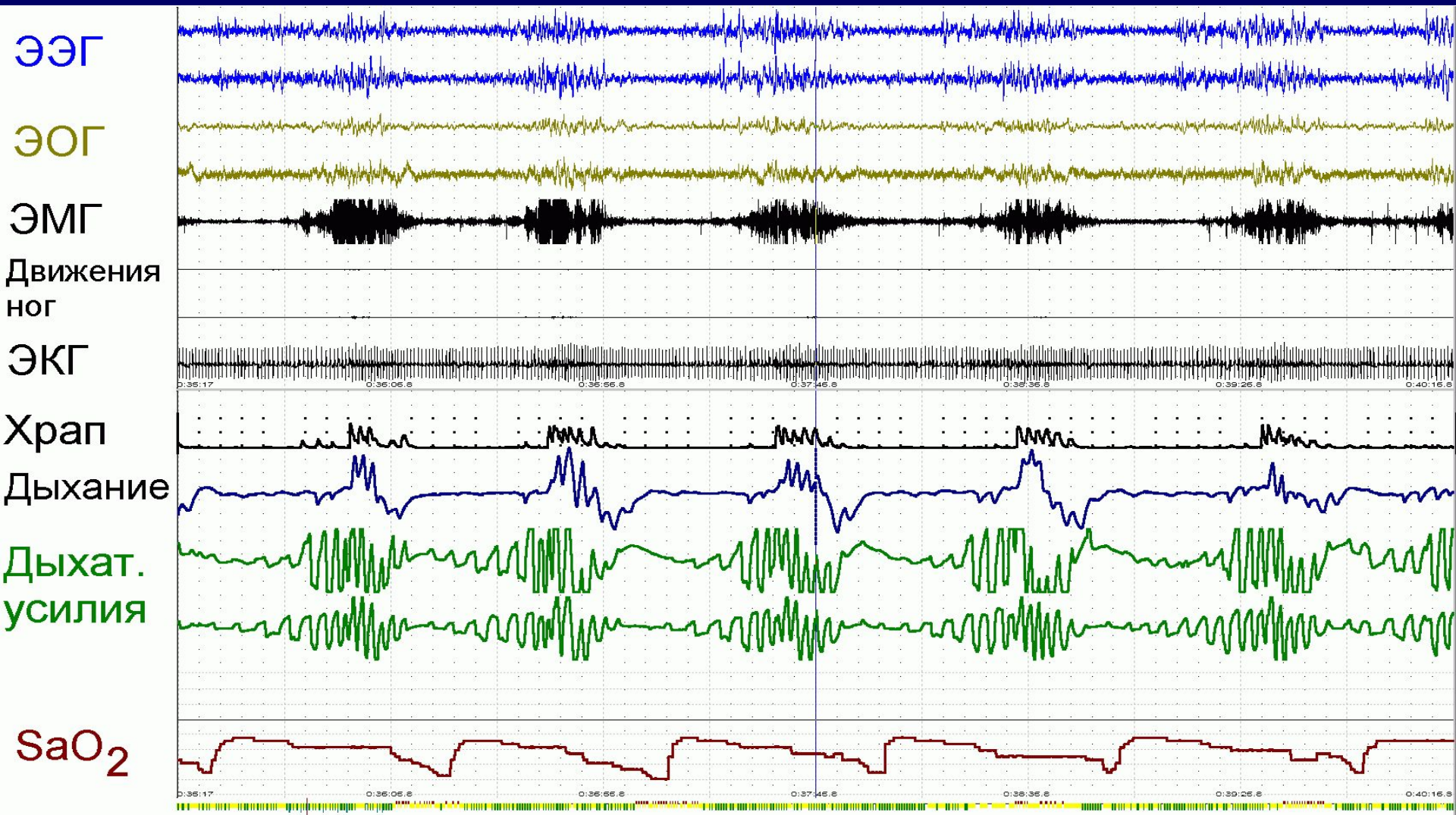


# КРИВЫЕ САТУРАЦИИ И ПУЛЬСА ЗА 8 ЧАСОВ (вверху) и 15 МИНУТ (внизу)





# ФРАГМЕНТ ПОЛИСОМНОГРАММЫ ПАЦИЕНТА Г. 40 ЛЕТ, С ТЯЖЕЛОЙ ФОРМОЙ СИНДРОМА ОБСТРУКТИВНОГО АПНОЭ СНА (5-минутная развертка)



# ЭПИДЕМИОЛОГИЯ РАССТРОЙСТВ ДЫХАНИЯ ВО СНЕ

Распространенность нарушений дыхания во сне (синдром обструктивного апноэ сна, дыхание Чейна-Стокса, хроническая альвеолярная гиповентиляция) составляет около 5-7% в общей взрослой популяции и достигает 15% у пациентов терапевтического профиля в стационаре

Jennum P. et al. J. Sleep Res 1992; 1: 240-244

Lavie P. et al. Am. Heart. J. 1984; 108: 373-376

Lindberg E. et al. Sleep Med Rev 2000; 4: 411-433

# Здоровый доброволец: итоговые данные

Recording info			SpO2 summary		Pulse summary	
Hrs.	Min.			%		bpm
Recording time	8	13.0	Highest SpO2	99	Highest Pulse rate	109
Undefined/Motion	0	3.7	Lowest SpO2	90	Lowest Pulse rate	58
Net time	8	9.3	Mean SpO2	98.01	Mean Pulse rate	75.66

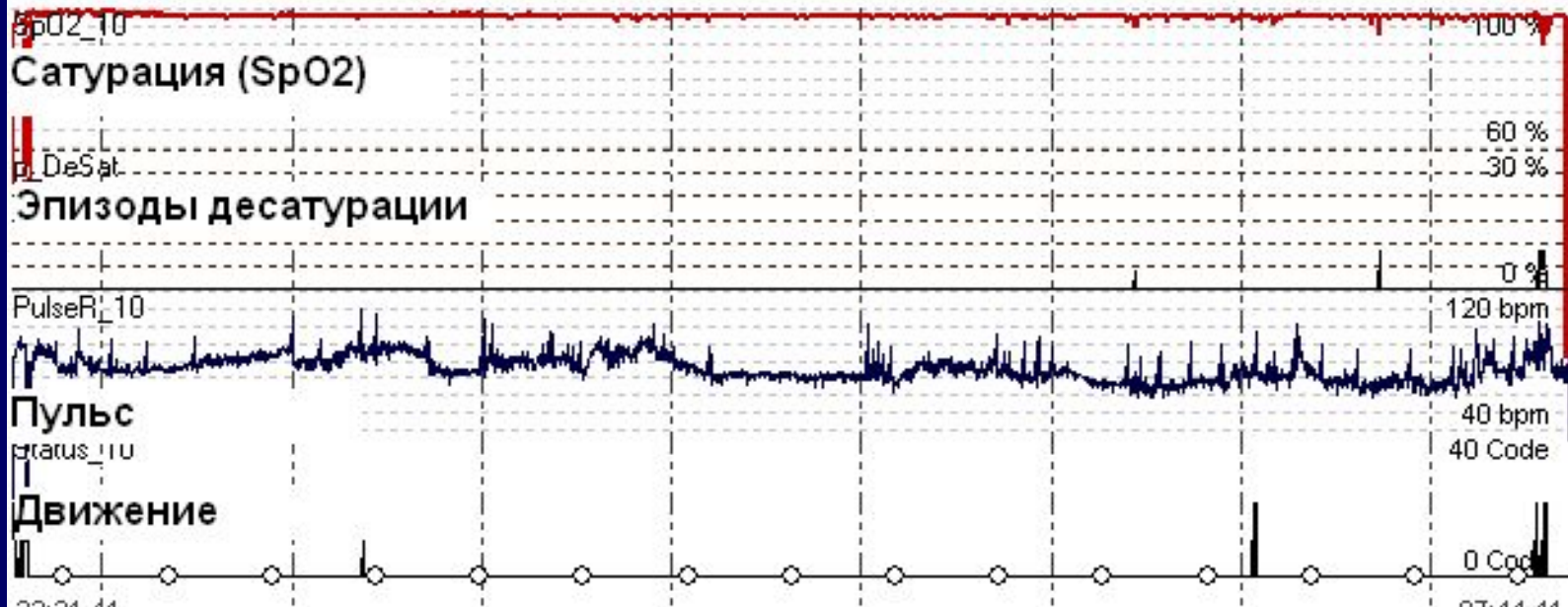
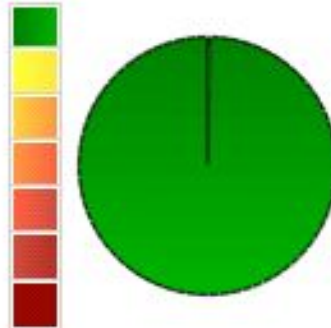
SpO2 distribution			DeSat summary	
Min.	% time	# DeSats	Total number	O2 DeSaturation Index
100 % - 94 %	489.9	100.1	0	0.4
93 % - 88 %	1.1	0.2	2	Baseline SpO2 (%)
87 % - 80 %	0.0	0.0	0	98.00
79 % - 70 %	0.0	0.0	0	
69 % - 60 %	0.0	0.0	0	
59 % - 50 %	0.0	0.0	0	
49 % - 40 %	0.0	0.0	0	

SpO2 <89 %		
Min.	Time	
Max continuous period	0	
Total time DeSat <89	0	
Total time SpO2 <89	0	

Motion summary		
Min.	% time	
Motion:	1.9	0.4





# Синдром обструктивного апноэ сна, тяжелая форма: итоговые данные

Recording info		Hrs.	Min.	SpO2 summary		Pulse summary	
Recording time		11	15.0	Highest SpO2	99	Highest Pulse rate	180
Undefined/Motion		1	36.9	Lowest SpO2	52	Lowest Pulse rate	48
Net time		9	38.1	Mean SpO2	87.12	Mean Pulse rate	61.67

SpO2 distribution		Min.	% time	# DeSats
100 % - 94 %		167.5	29.0	0
93 % - 88 %		218.4	37.8	71
87 % - 80 %		137.4	23.8	181
79 % - 70 %		103.9	18.0	185
69 % - 60 %		19.2	3.3	56
59 % - 50 %		0.8	0.1	6
49 % - 40 %		0.0	0.0	0

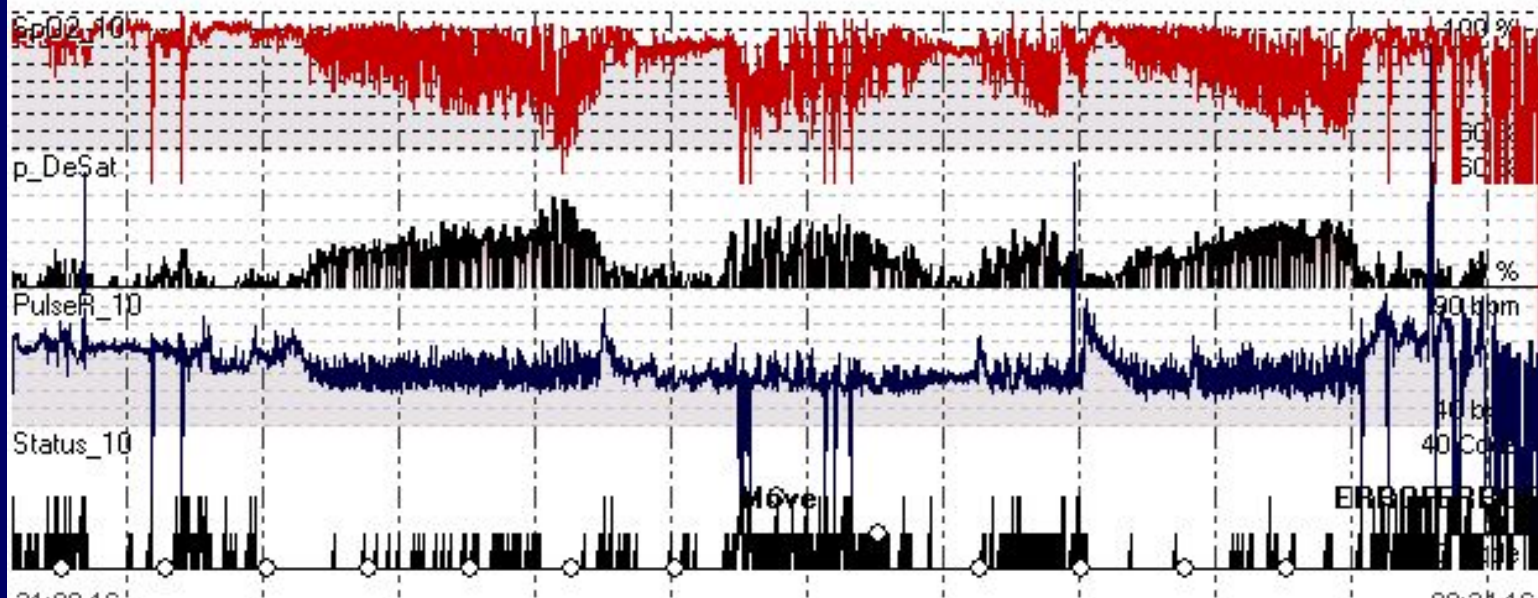
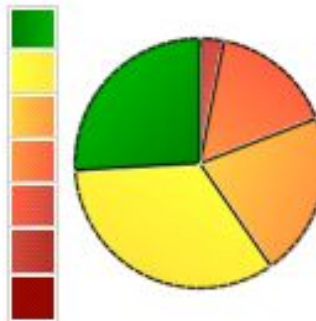
DeSat summary	
Total number	519
O2 DeSaturation Index	46.
Baseline SpO2 (%)	94.60

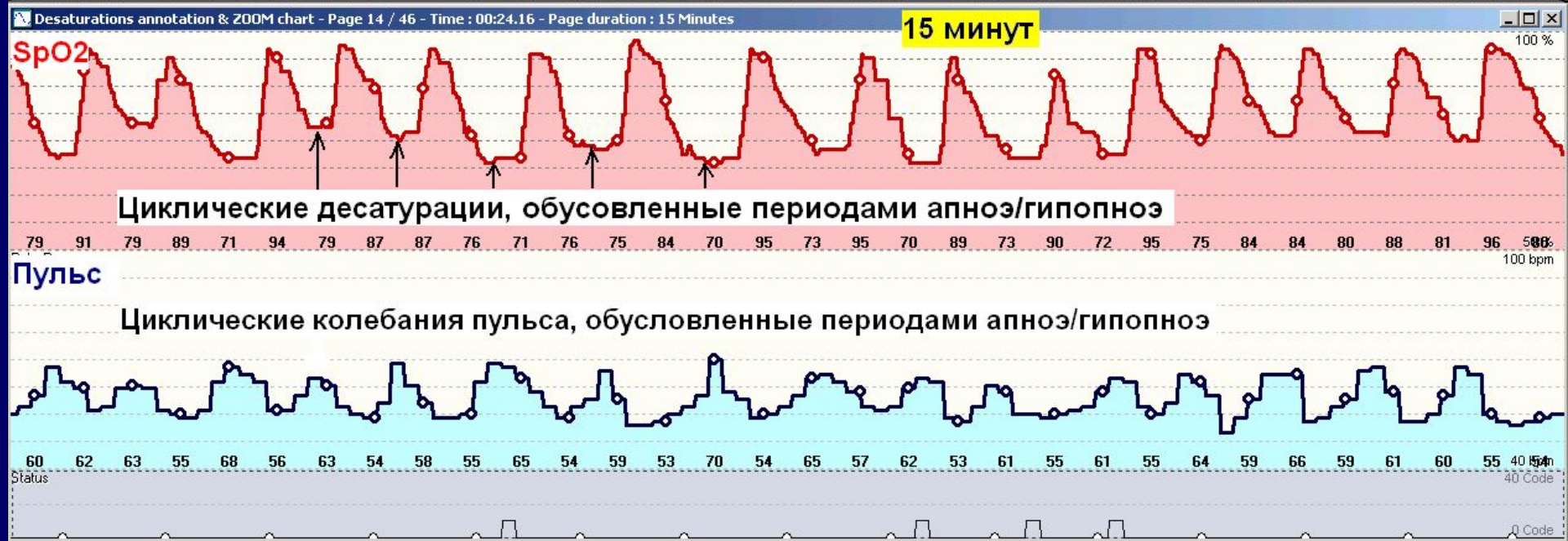
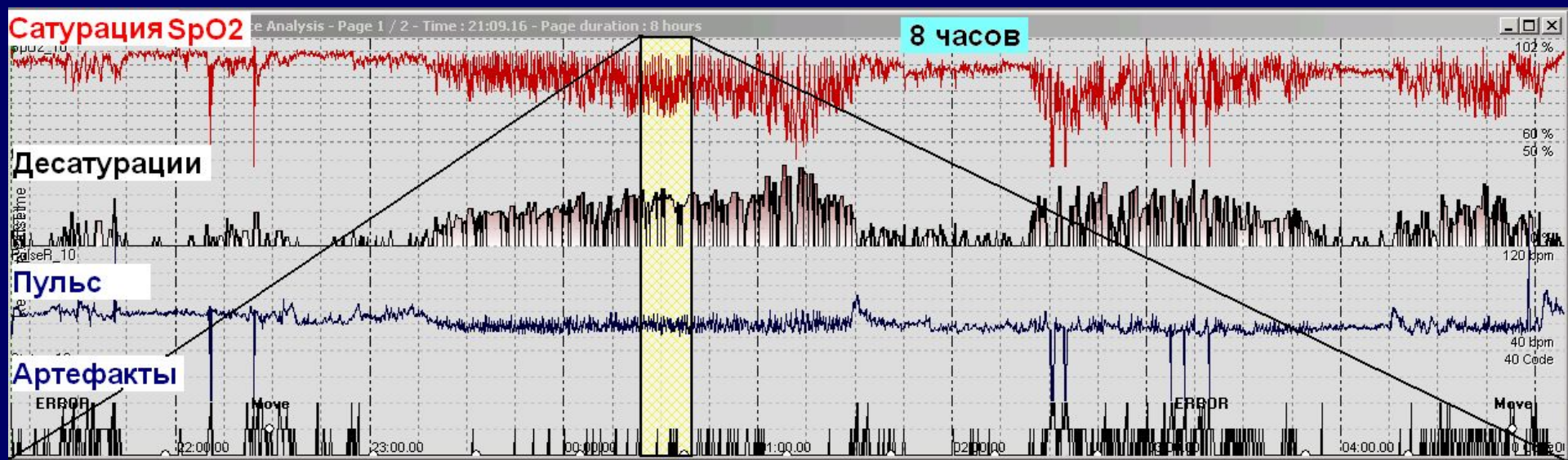
SpO2 <89 %		Min.	Time
Max continuous period	1.0	6:19:10 AM	
Total time DeSat <89	237		
Total time SpO2 <89	267		

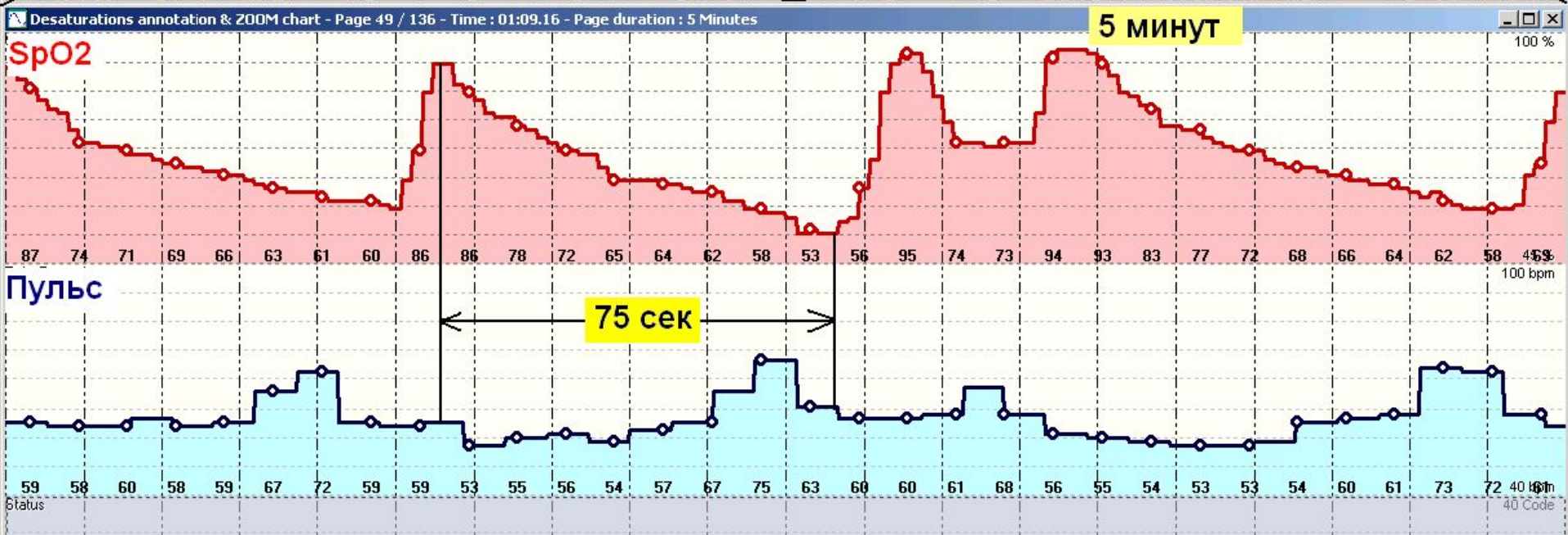
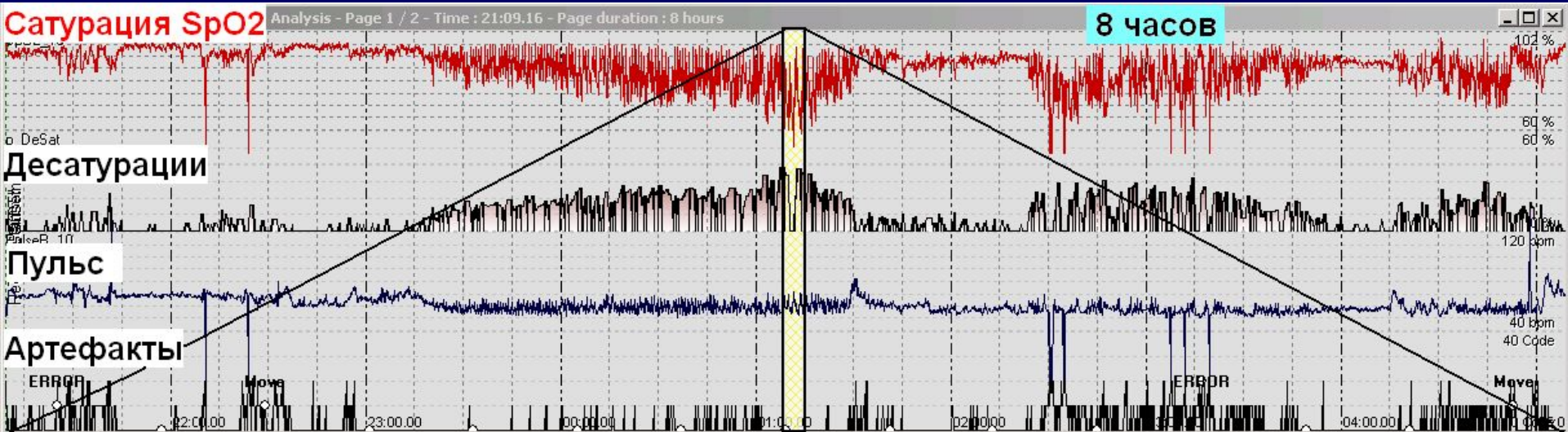
Motion summary		Min.	% time
Motion:	70.0		10.4



# Синдром обструктивного апноэ сна, тяжелая форма: кривые сатурации и пульса



# Синдром обструктивного апноэ сна, тяжелая форма: кривые сатурации и пульса



# Тяжелая ночная гипоксемия на фоне гиповентиляции: итоговые данные

Recording info		Hrs.	Min.	SpO2 summary		%	Pulse summary		bpm
Recording time		9	54.2	Highest SpO2		99	Highest Pulse rate		88
Undefined/Motion		0	43.3	Lowest SpO2		66	Lowest Pulse rate		59
Net time		9	10.9	Mean SpO2		82.08	Mean Pulse rate		71.35

SpO2 distribution		Min.	% time	# DeSats
100 % - 94 %		5.6	1.0	0
93 % - 88 %		41.2	7.5	0
87 % - 80 %		388.6	70.6	2
79 % - 70 %		140.6	25.5	1
69 % - 60 %		4.9	0.9	0
59 % - 50 %		0.2	0.0	0
49 % - 40 %		0.0	0.0	0

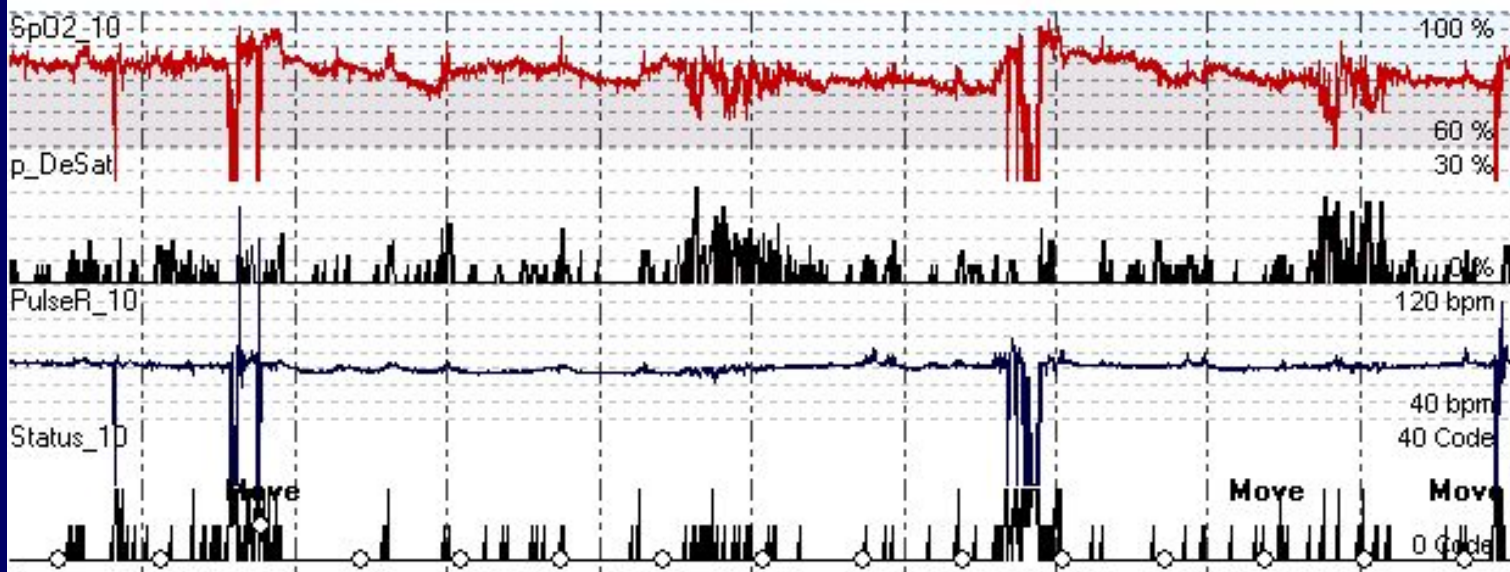
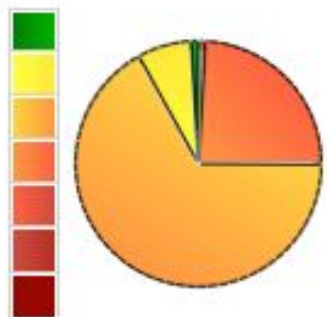
DeSat summary			
Total number		65	
O2 DeSaturation Index		6.6	
Baseline SpO2 (%)		84.5	

SpO2 <89 %		Min.	Time
Max continuous period		66	3:06:22 AM
Total time DeSat <89		34	
Total time SpO2 <89		541	

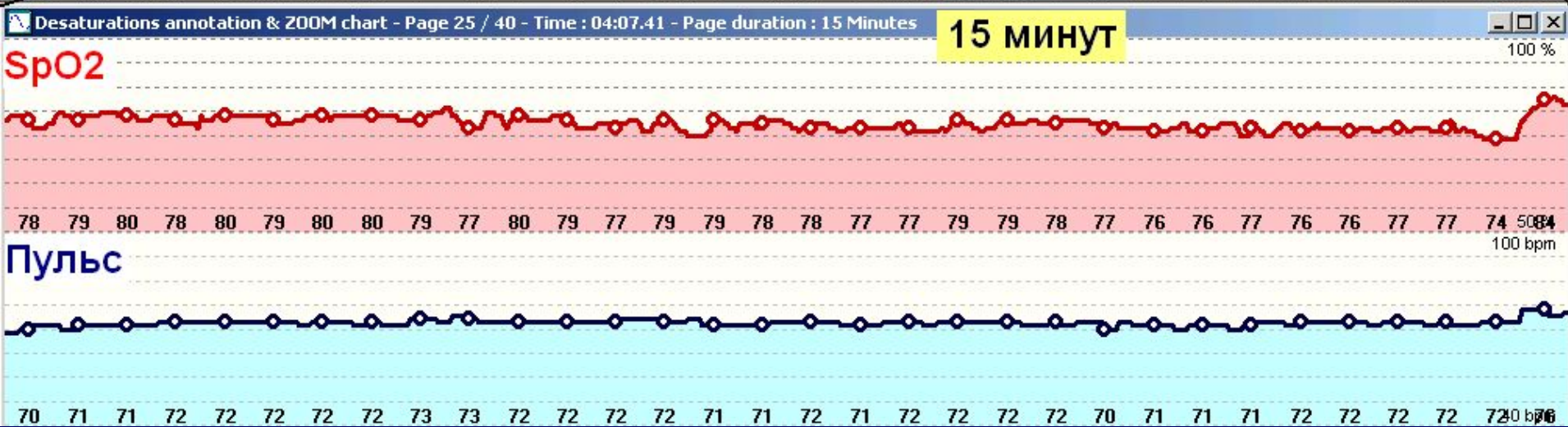
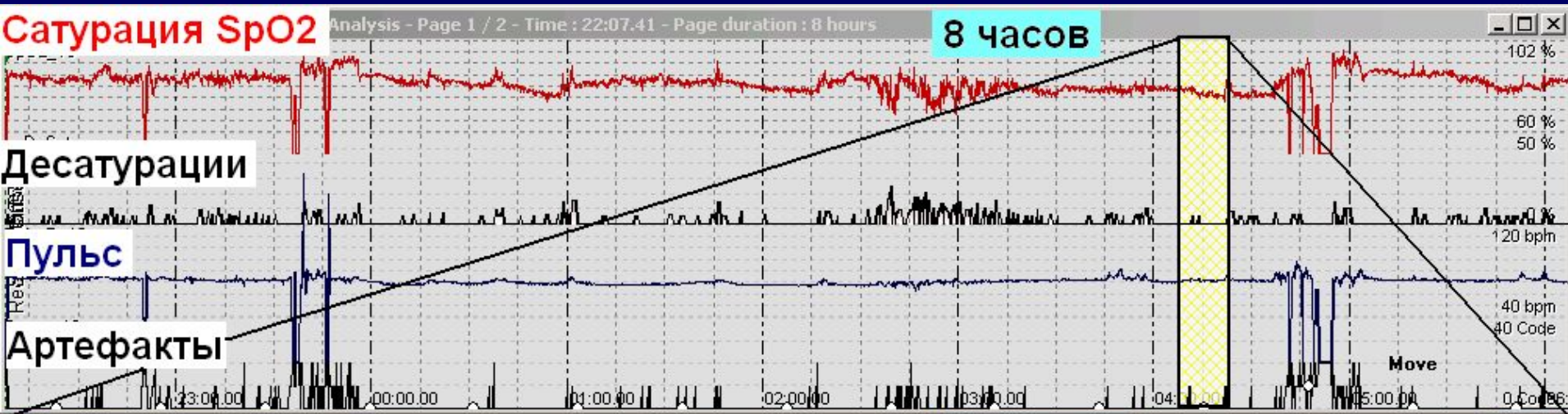
  

Motion summary		Min.	% time
Motion:		28.5	4.8





# Тяжелая ночная гипоксемия на фоне гиповентиляции: кривые сатурации и пульса



# Пациентка Б., 68 лет. Синдром обструктивного апноэ сна, средней тяжести; ночная гипоксемия, средней тяжести («overlap syndrome» - синдром перекреста): итоговые данные

Recording info		Hrs.	Min.	SpO2 summary		%	Pulse summary		bpm
Recording time		9	17.4	Highest SpO2		99	Highest Pulse rate		104
Undefined/Motion		0	5.7	Lowest SpO2		70	Lowest Pulse rate		68
Net time		9	11.6	Mean SpO2		87.47	Mean Pulse rate		79.51

SpO2 distribution		Min.	% time	# DeSats
100 % - 94 %		55.1	10.0	0
93 % - 88 %		344.3	62.4	21
87 % - 80 %		137.3	24.9	64
79 % - 70 %		19.5	3.5	27
69 % - 60 %		0.0	0.0	0
59 % - 50 %		0.0	0.0	0
49 % - 40 %		0.0	0.0	0

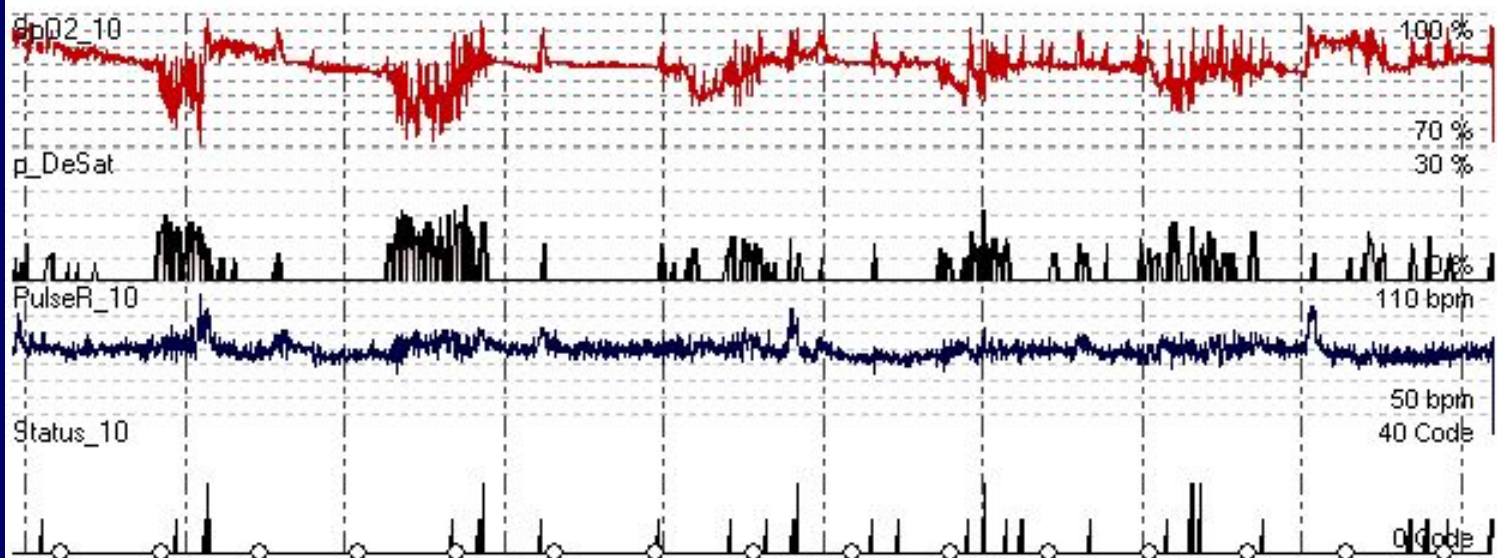
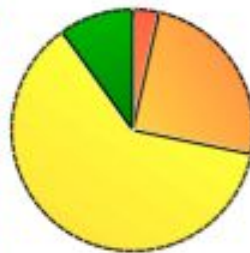
DeSat summary			
Total number		219	
O2 DeSaturation Index		23.6	
Baseline SpO2 (%)		91.53	

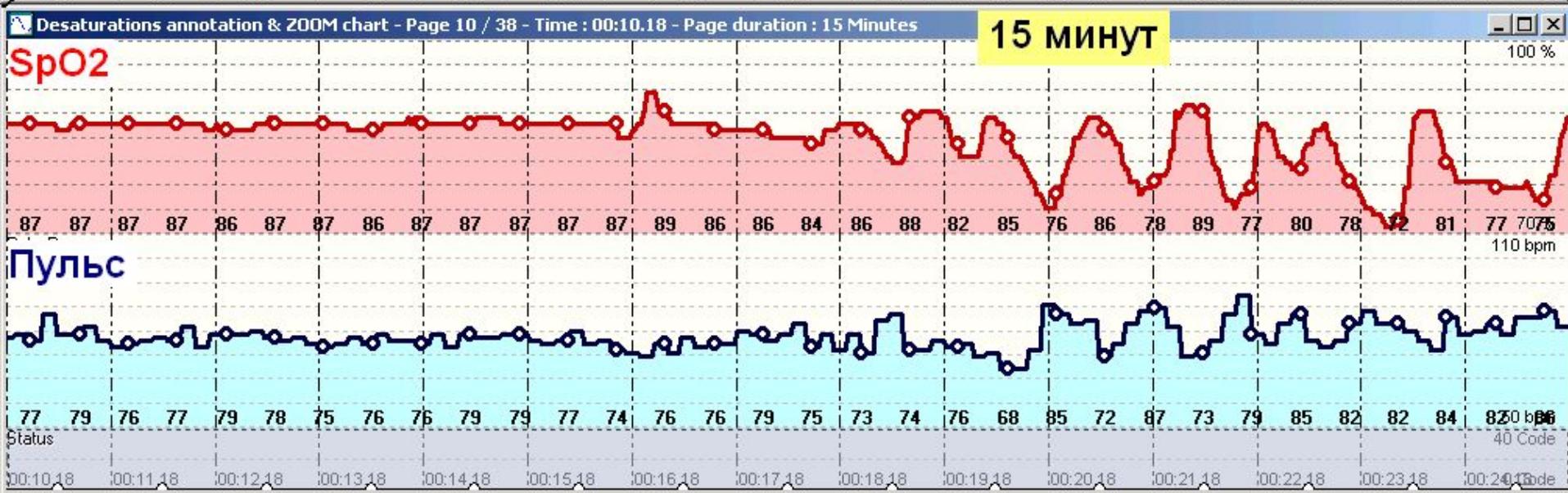
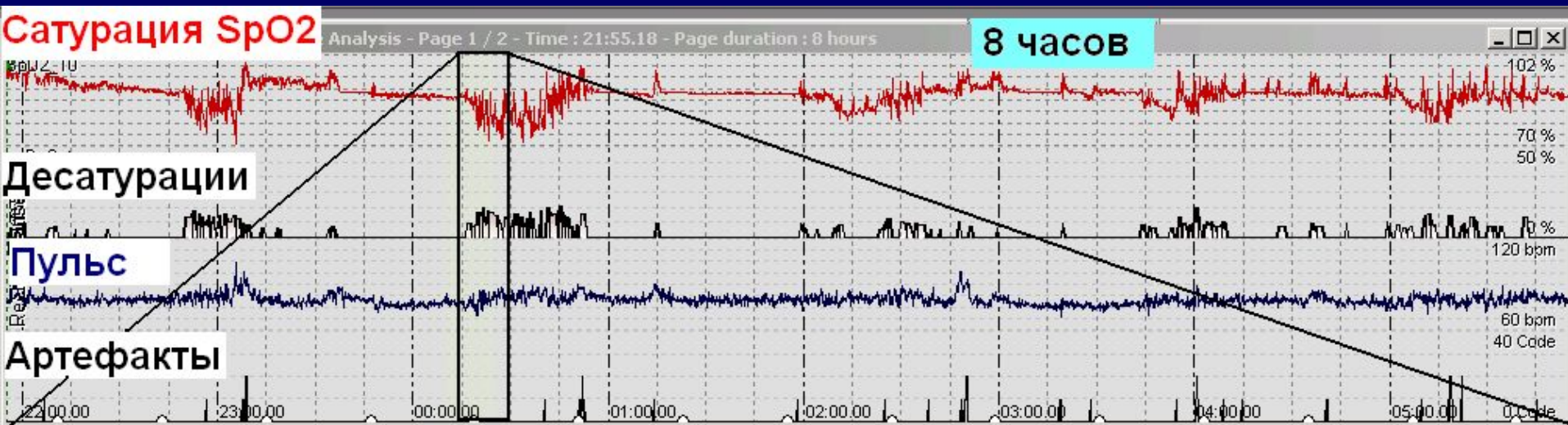
SpO2 <89 %		Min.	Time
Max continuous period		21.0	2:23:26 AM
Total time DeSat <89		144	
Total time SpO2 <89		192	

Motion summary		Min.	% time
Motion:		4.7	0.8



# Пациентка Б., 68 лет. Синдром обструктивного апноэ сна, средней тяжести; ночная гипоксемия, средней тяжести («overlap syndrome» - синдром перекреста): кривые сатурации и пульса



# Пациент К, 61 год. Синдром обструктивного апноэ сна, тяжелая форма; ночная гипоксемия, тяжелая форма («overlap syndrome» - синдром перекреста): итоговые данные

Recording info		Hrs.	Min.	SpO2 summary		Pulse summary	
Recording time		8	17.0	Highest SpO2	99	Highest Pulse rate	149
Undefined/Motion		2	12.4	Lowest SpO2	45	Lowest Pulse rate	50
Net time		6	4.6	Mean SpO2	71.95	Mean Pulse rate	88.61

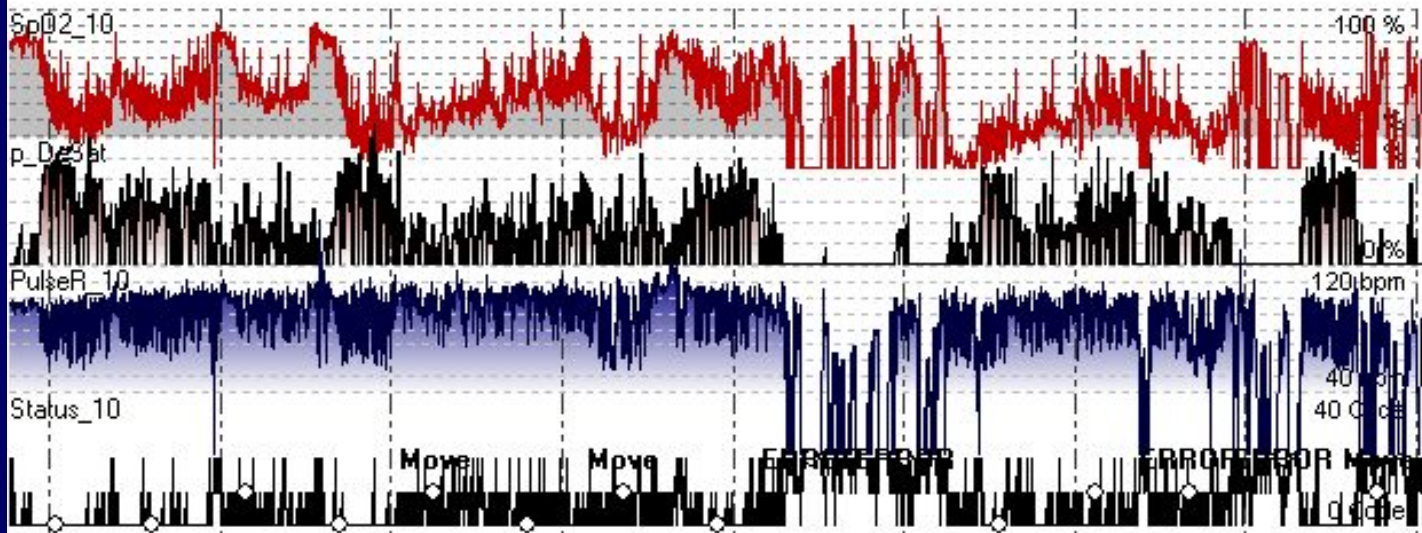
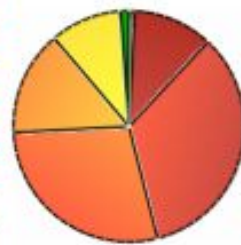
SpO2 distribution		Min.	% time	# DeSats
100 % - 94 %		5.0	1.4	0
93 % - 88 %		43.0	11.8	4
87 % - 80 %		62.9	17.2	27
79 % - 70 %		120.7	33.1	79
69 % - 60 %		146.1	40.1	210
59 % - 50 %		48.0	13.2	104
49 % - 40 %		3.3	0.9	14

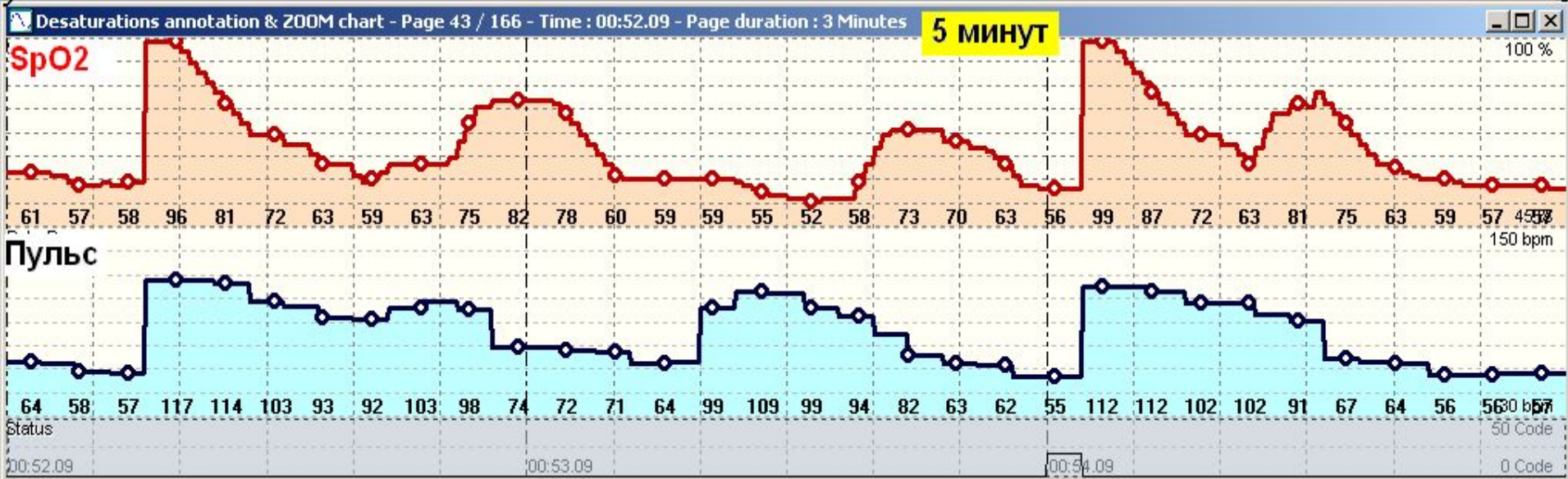
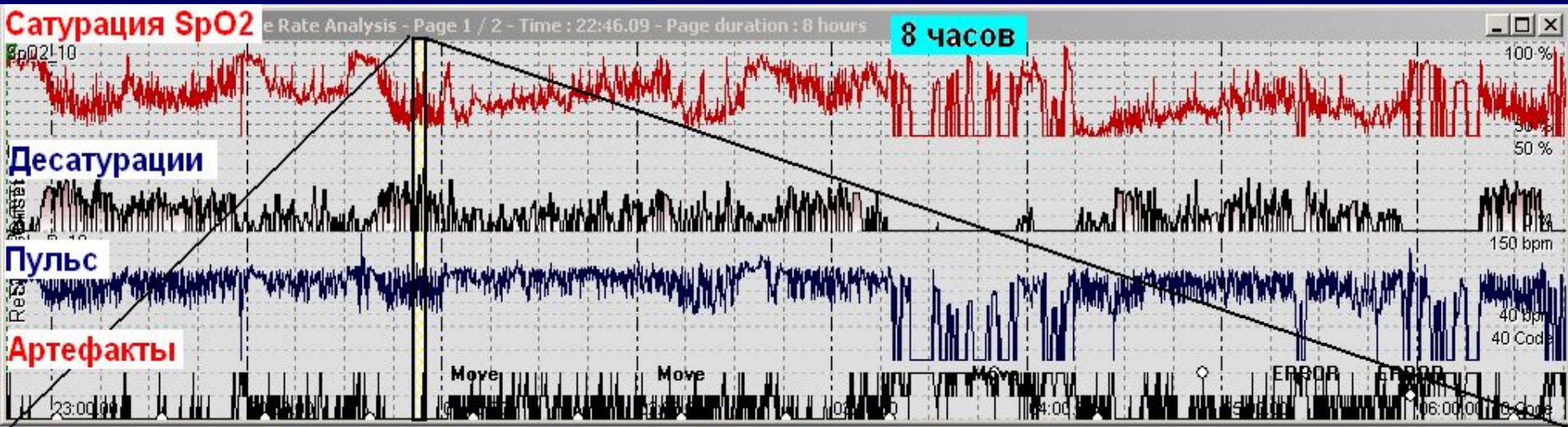
DeSat summary		SpO2 <89 %	
Total number	438	Min.	Time
O2 DeSaturation Index	52.9	Max continuous period	
Baseline SpO2 (%)	78.86	Total time DeSat <89	
		Total time SpO2 <89	

Motion summary		Min.	% time
Motion:		64.9	13.1



# Пациент К, 61 год. Синдром обструктивного апноэ сна, тяжелая форма; ночная гипоксемия, тяжелая форма («overlap syndrome» - синдром перекреста): кривые сатурации и пульса



С апреля 2007 г. компьютерная пульсоксиметрия во время ночного сна назначалась пациентам со следующим перечнем соматических диагнозов, при которых распространенность нарушений дыхания во сне может достигать 30-50%:

- Ожирение 2 степени и выше (ИМТ  $\geq 35$ )
- ХОБЛ тяжелого течения (ОФВ1 < 50%)
- Артериальная гипертензия 2 степени и выше
- Сердечная недостаточность 2 степени и выше
- Дыхательная недостаточность 2 степени и выше
- Метаболический синдром
- Пиквикский синдром
- Синдром Кушинга
- Гипотиреоз

- За 12 месяцев выполнено 378 компьютерных пульсоксиметрий во время ночного сна, охват исследованиями составил 24% от общего числа пациентов.
- При старой технологии скрининга, основанной на жалобах и анамнезе, ежегодно фиксировалась первичная выявляемость синдрома обструктивного апноэ сна в пределах 3-3.5%, хронической ночной гипоксемии в пределах 2-2.5%.
- При новой технологии скрининга отмечен двукратный рост выявляемости СОАС – до 6.8% и хронической ночной гипоксемии – до 4.9%.
- Общая выявляемость СОАС достигла 10,2%, ночной гипоксемии – 7.5%.
- Достоверность диагноза у большинства пациентов была подтверждена проведением полисомнографии или кардио-респираторного мониторинга.

# Подозрение на гипоксическое состояние различного генеза во

сне



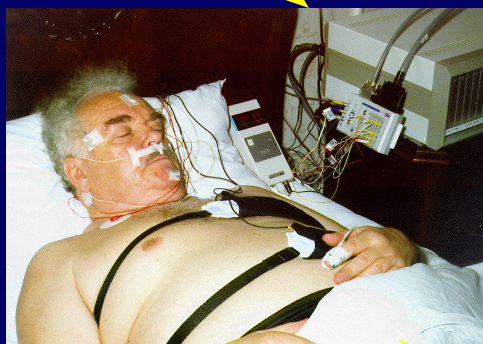
Пульсоксиметрия

Не выявлено  
нарушений

Выявлены нарушения

Заключение передается  
лечащему врачу.

Не требуется  
дальнейших действий



Консультация  
сомнолога, кардио-  
респираторный  
мониторинг или  
полисомнография

СИПАП-  
терапия при  
СОАС



БИПАП-терапия  
при сочетанной  
патологии



Кислородо-  
терапия при  
ДН





Корпус санатория «Барвиха»