

Режимы ИВЛ

NSICU.RU

Восемь лекций по книге

Основы ИВЛ

А.С.Горячев

V

Режимы ИВЛ

часть пятая

Режимы принудительной ИВЛ

А.С.Горячев

Режимы принудительной ИВЛ

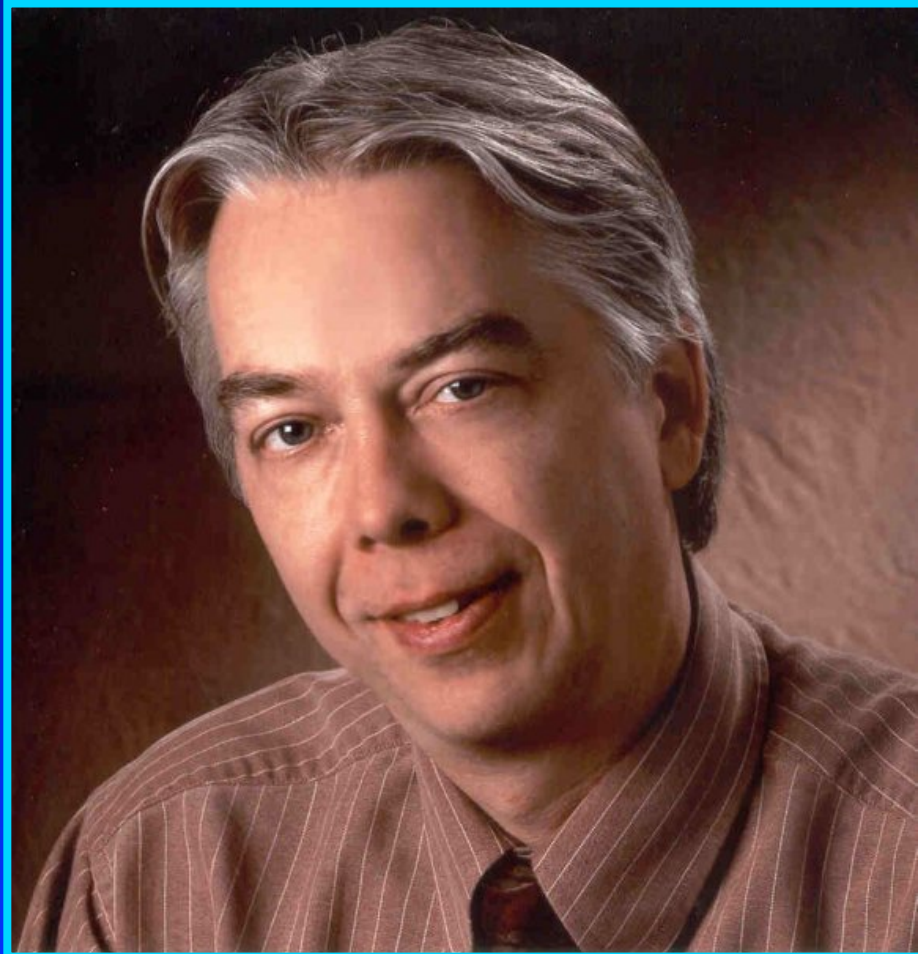
1. «Controlled mandatory ventilation» («CMV»)
2. «Continuous mechanical ventilation» («CMV»)
3. «Controlled mechanical ventilation» («CMV»)
4. «Control mode»
5. «Continuous mandatory ventilation + assist»
6. «Assist control» («AC»)
7. «Assist/control» («A/C»)
8. «Assist-control ventilation» («ACV»)
 («A-C»)
9. «Assisted mechanical ventilation» («AMV»)
10. «Assisted controlled mechanical ventilation»
11. «Assist control mechanical ventilation»
12. «Volume controlled ventilation» («VCV»)
13. «Volume control» («VC»)
14. «Volume control assist control» 15.
 «Volume cycled assist control»
16. «Ventilation + patient trigger»
17. «Assist/control + pressure control»
18. «Pressure controlled ventilation» («PCV»)
19. «Pressure controlled ventilation + assist»
20. «Pressure control» («PC»)
21. «Pressure control assist control»
22. «Time cycled assist control»
23. «Intermittent positive pressure ventilation» («IPPV»)
24. «Pressure-regulated volume control»
 «PRVC»
25. «Volume targeted pressure control»
 «VTPC»
26. «Adaptive pressure ventilation» «APV»
27. «IPPV-AutoFlow»
28. «Volume control+» «VC+»

Что объединяет эти режимы?

Чем они отличаются?

Роберт Чатбурн

University Hospitals of Cleveland
Case Western Reserve University



Consensus statement on
the essentials of
mechanical ventilators of
American Association for
Respiratory Care.

«Новая классификация
режимов ИВЛ»

Respir Care 2001; 46: 604-621

Режим ИВЛ,-....?

Набор параметров,

определяющих

взаимодействие пациента

и аппарата ИВЛ

Какие параметры описывают режим ИВЛ?

- Способ управления
 - VC, PC, DC
- Фазовые переменные
 - trigger, limit, cycle, PEEP
- Согласование вдохов
 - CMV, CSV, IMV

ТИПЫ ВДОХОВ

Какие бывают вдохи?

вдохи могут быть только двух типов.

- **Spontaneous** – спонтанный
- **Mandatory** – принудительный

ТИПЫ ВДОХОВ

Spontaneous – СПОНТАННЫЙ ВДОХ

Вдох был и начат и закончен пациентом

Patient trigger

+

Patient cycling

Согласование вдохов

Spontaneous — СПОНТАННЫЙ ВДОХ

Вдох был и начат и закончен пациентом

Patient trigger

+

Patient cycling

Об этих режимах ИВЛ в следующей лекции

Согласование вдохов

только три варианта

CMV – continuous mandatory ventilation

все вдохи принудительные

CSV – continuous spontaneous ventilation

все вдохи самостоятельные

IMV – intermittent mandatory ventilation

принудительные вдохи чередуются с самостоятельными

Согласование вдохов

только три варианта

CMV – continuous mandatory ventilation

все вдохи принудительные

CSV – continuous spontaneous ventilation

все вдохи самостоятельные

IMV – intermittent mandatory ventilation

принудительные вдохи чередуются с самостоятельными

об этих режимах ИВЛ в следующих лекциях

В этой лекции мы обсуждаем
режимы использующие
способ согласования вдохов

CMV

continuous mandatory ventilation

все вдохи принудительные

Согласование вдохов

Mandatory – принудительный вдох

Вдох был начат и/или закончен
аппаратом ИВЛ

Machine trigger

и/или

Machine cycling

ТИПЫ ВДОХОВ

Mandatory – принудительный вдох
(Вдох был начат и/или закончен аппаратом ИВЛ)

Machine trigger
Time-trigger

Machine cycling
Time- cycling
Volume- cycling

Что значит **Assisted**

По определению

Assisted (вспомогательный вдох) является
принудительным вдохом – **Mandatory**

Поскольку вдох был начат пациентом, а
закончен аппаратом ИВЛ

Patient trigger
+
Machine cycling

Какие параметры описывают режим ИВЛ?

- **Способ управления**
 - VC, PC, DC
- **Фазовые переменные**
 - trigger, limit, cycle, PEEP
- **Согласование вдохов**
 - CMV, CSV, IMV

Под знаком CMV

**continuous mandatory ventilation –
вариант согласования вдохов, при
котором все вдохи принудительные**

Управление вдохом при данном способе согласования может быть

По объёму (VC)

По давлению (PC)

Двойное управление (DC)

Паттерны ИВЛ

Ventilatory Patterns

Pattern - это слово «переводится» как стереотип (Stereotype), шаблон (Schablone), модель (Model).

«Переводится» в кавычках, потому что не переводится; это английские и немецкие синонимы смысл которых общеизвестен.

Паттерны ИВЛ Ventilatory Patterns

Паттерн ИВЛ складывается из
варианта согласования вдохов и
способов управления вдохами

Breath Sequence + Control Variable

Паттерны принудительной ИВЛ

- **VC-CMV**

Volume controlled continuous mandatory ventilation

- **PC-CMV**

Pressure controlled continuous mandatory ventilation

- **DC-CMV**

Dual controlled continuous mandatory ventilation

Какие параметры описывают режим ИВЛ?

- Способ управления
 - VC, PC, DC
- Фазовые переменные
 - **trigger**, limit, cycle, PEEP
- Согласование вдохов
 - CMV, CSV, IMV

Под знаком CMV

Триггеры

- **Machine trigger** При всех паттернах CMV обязательно предусмотрено использование триггера срабатывающего по времени. Time trigger может быть дополнен любым другим триггером реагирующим на дыхательную попытку пациента.
- **Patient trigger.**

Под знаком CMV

- Триггеры
- Если активизированы два триггера используется принцип
«come first – served first» или **«кто успел тот и съел»**
- Принудительный вдох начатый пациентом называется **Assisted breath.**
- Режимы CMV с двумя триггерами часто называют **Assisted Control Mechanical Ventilation**, или **«Assist Control».**

Какие параметры описывают режим ИВЛ?

- Способ управления
 - VC, PC, DC
- Фазовые переменные
 - trigger, **limit**, cycle, PEEP
- Согласование вдохов
 - CMV, CSV, IMV

Какие параметры описывают режим ИВЛ?

- Способ управления
 - VC, PC, DC
- Фазовые переменные
 - trigger, limit, **cycle**, PEEP
- Согласование вдохов
 - CMV, CSV, IMV

Под знаком CMV

переключение с вдоха на выдох (Cycle)

При управлении вдохом

По давлению (PC) только **Time Cycling**

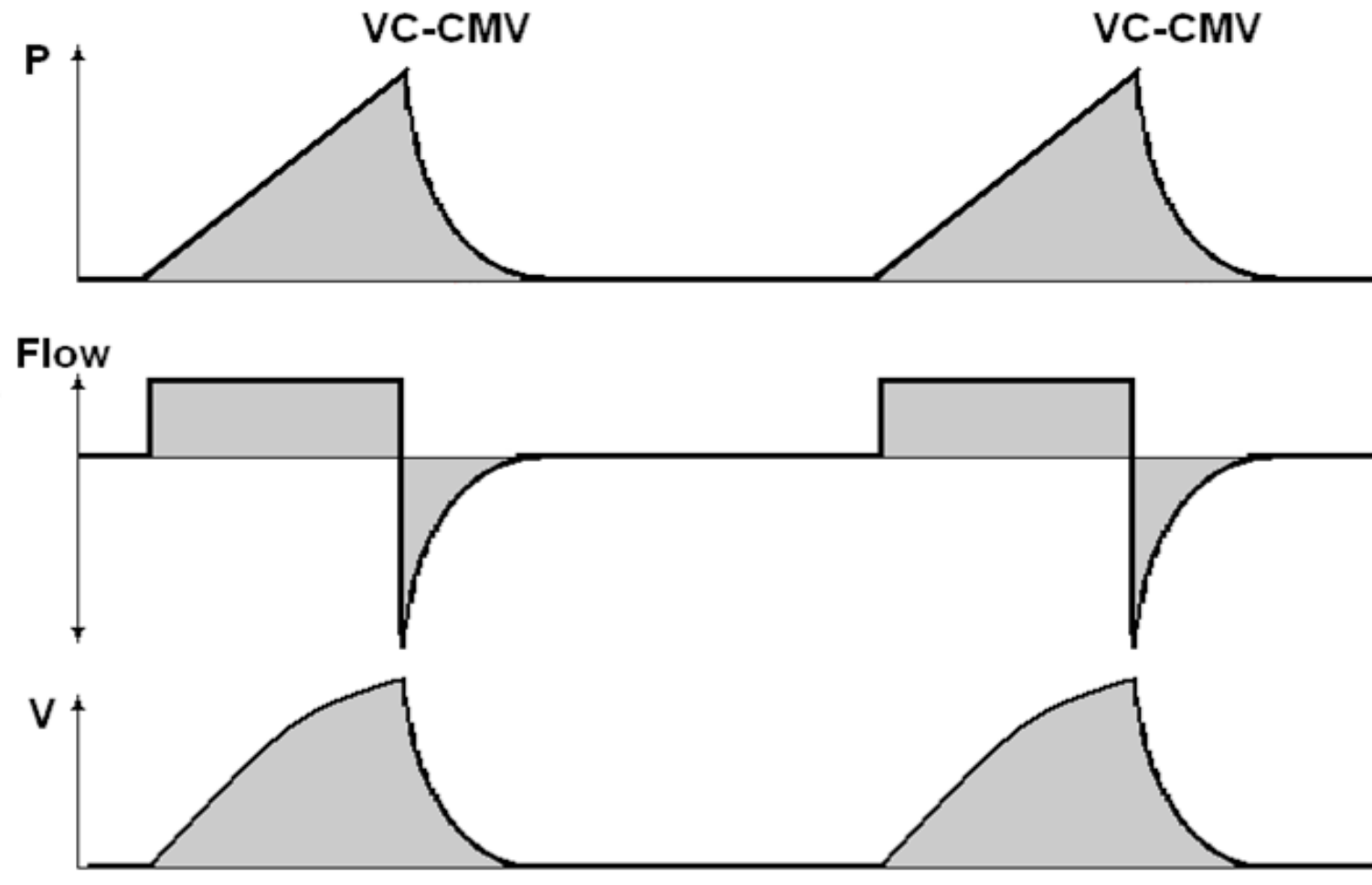
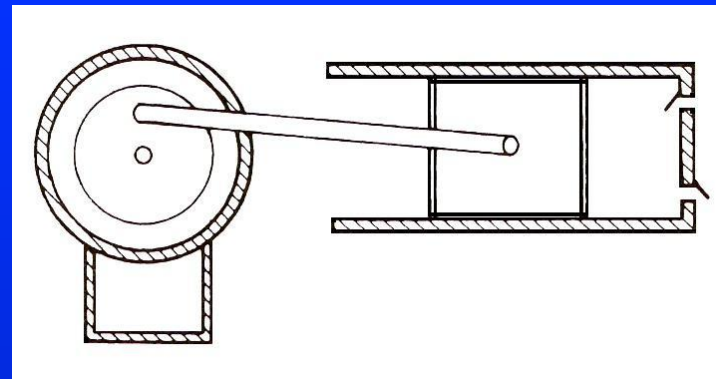
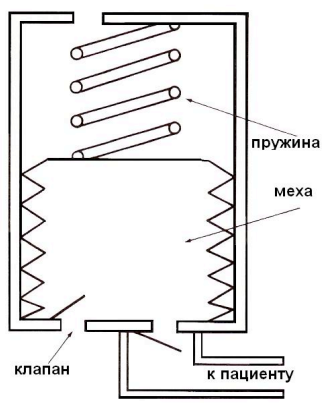
При управлении вдохом

По объёму (VC) и при

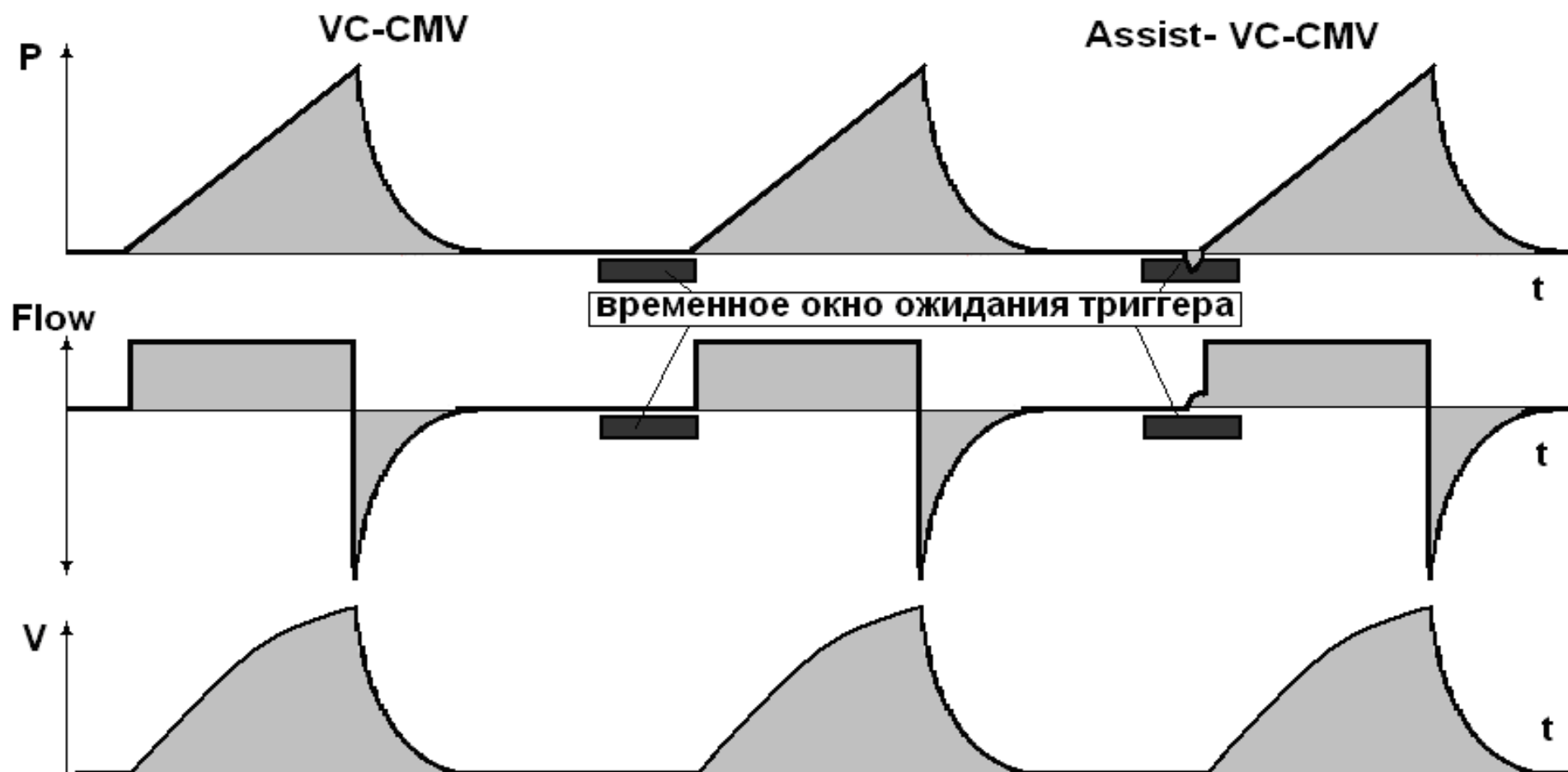
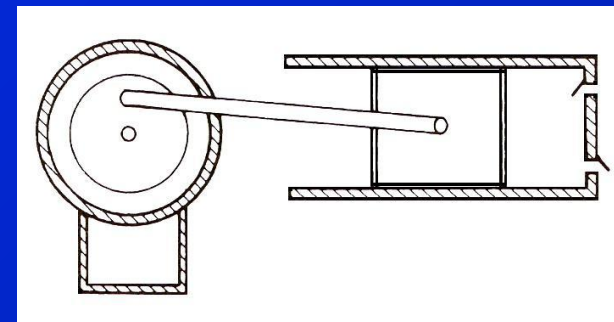
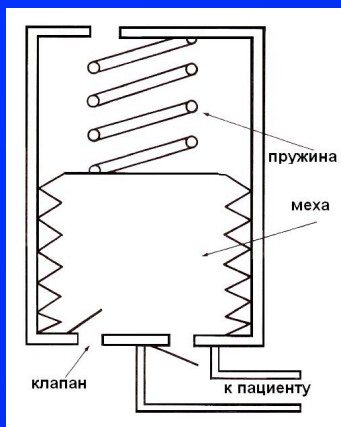
Двойном управлении (DC)

Time Cycling или **Volume Cycling**

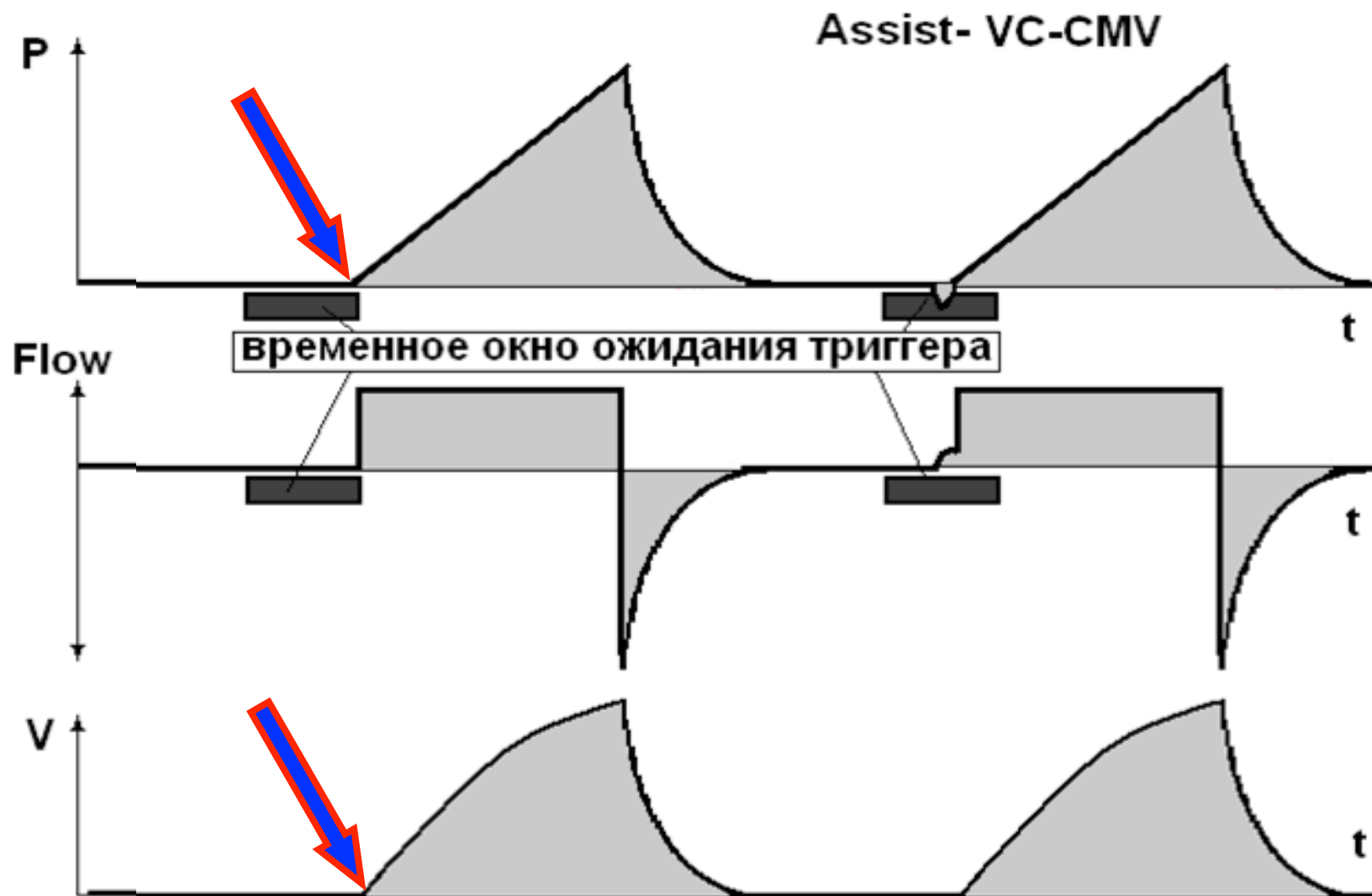
Под знаком CMV



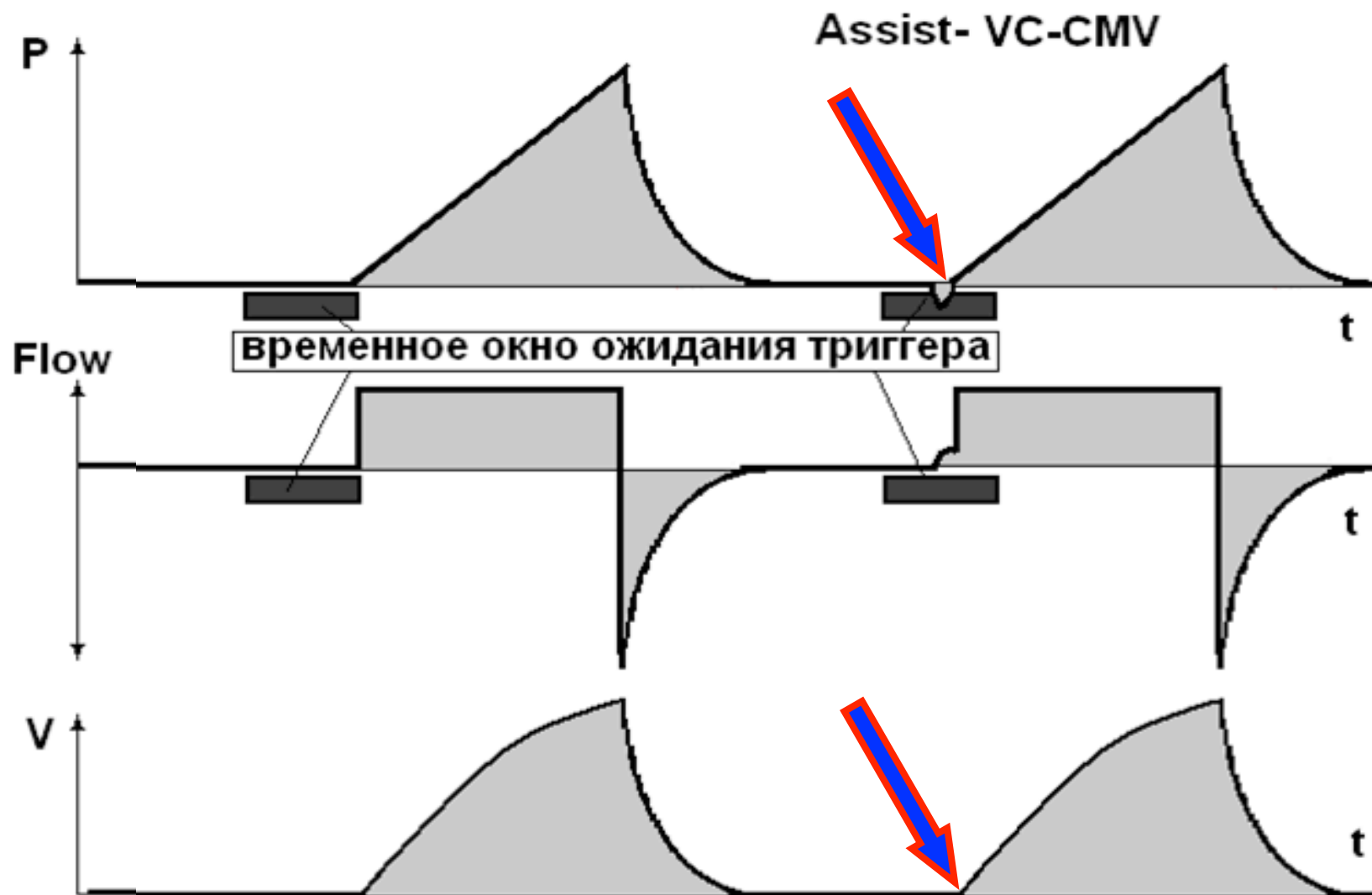
Под знаком CMV



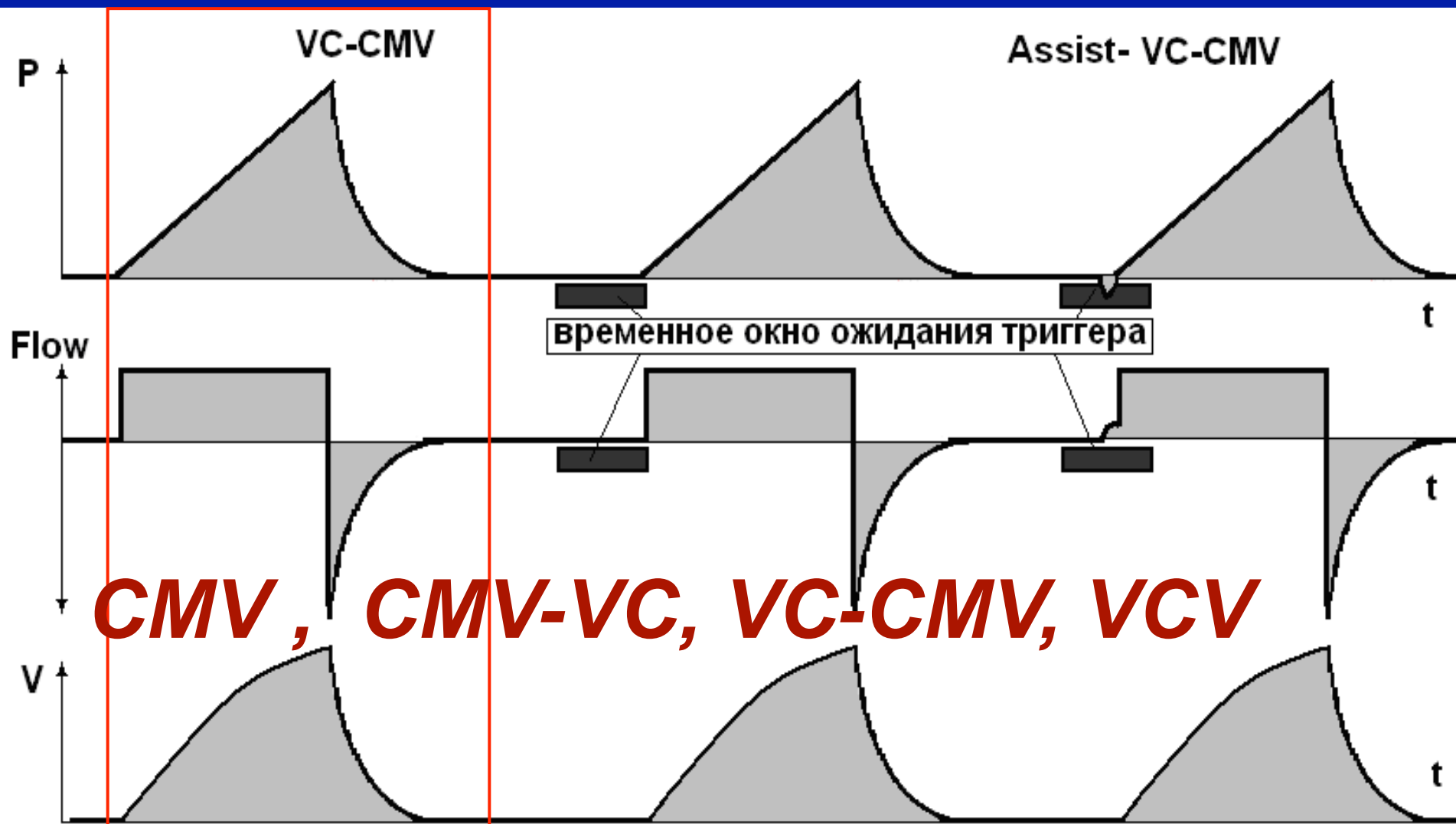
Под знаком CMV



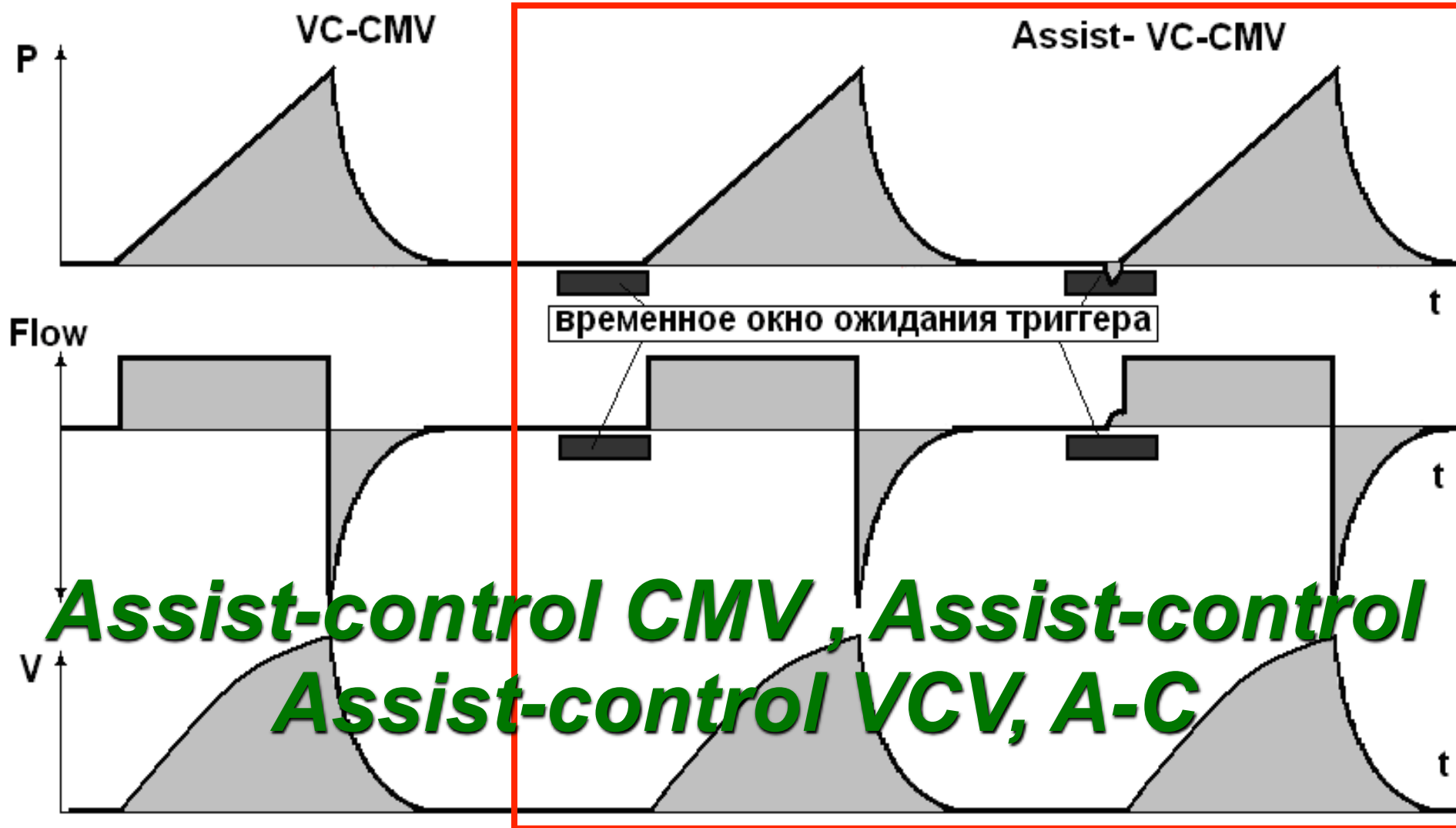
Под знаком CMV



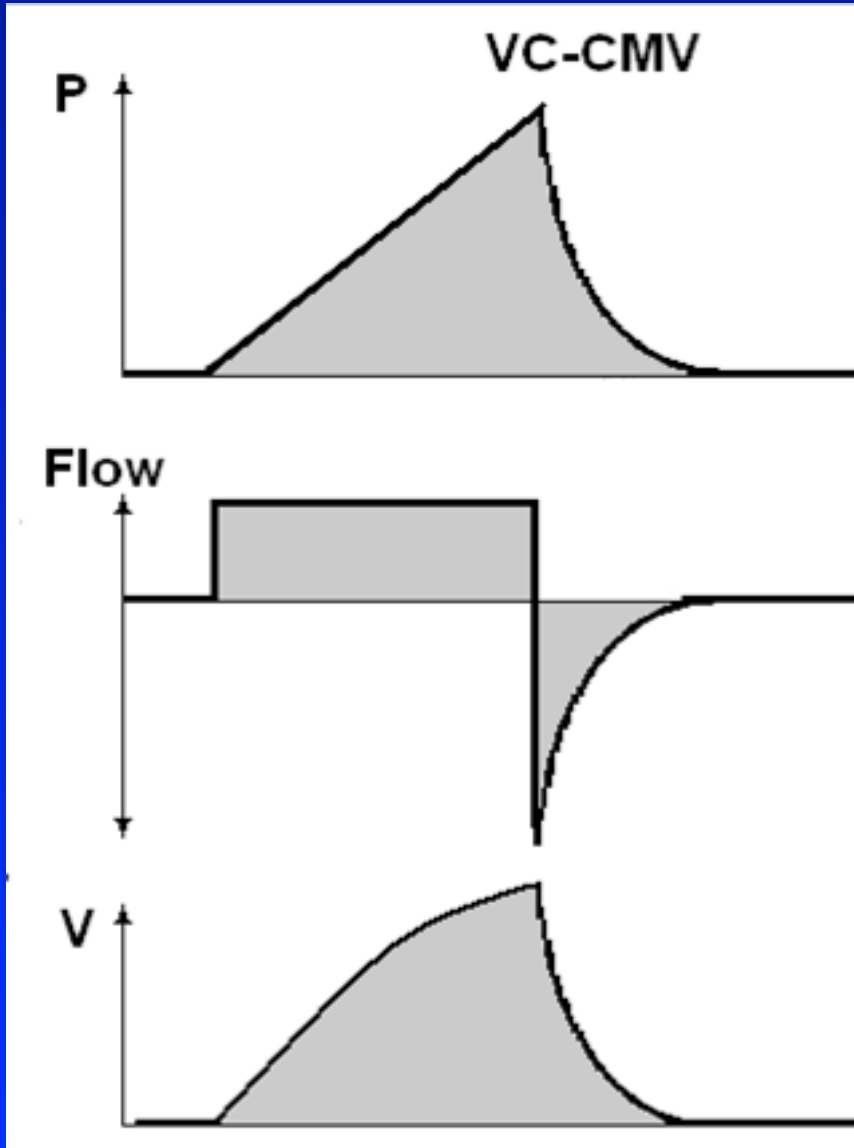
Под знаком CMV



Под знаком CMV



Полное имя



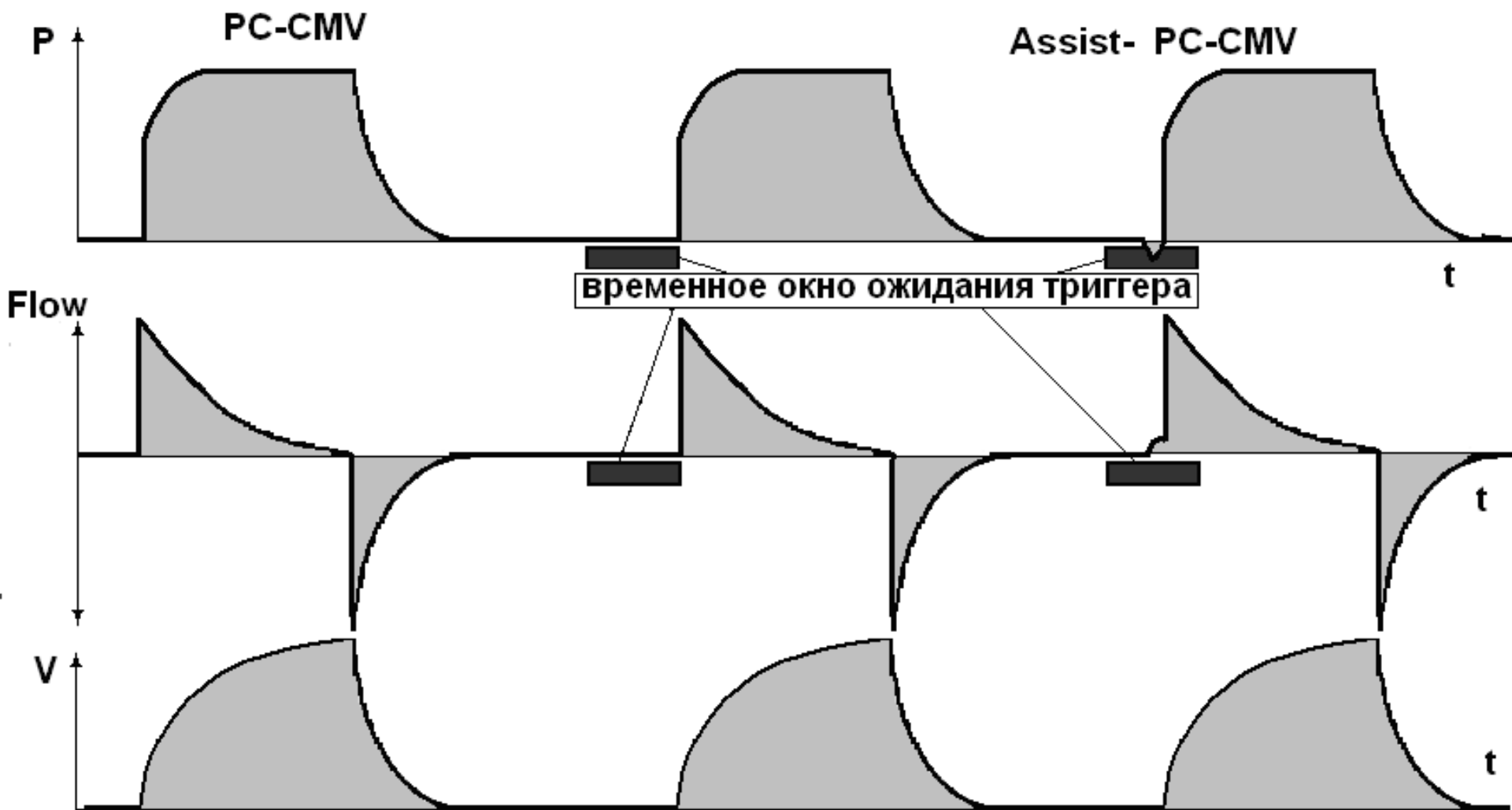
Time triggered,
Volume controlled,
Flow limited,
Volume cycled,
**Continuous
mandatory
ventilation.**

Полное имя

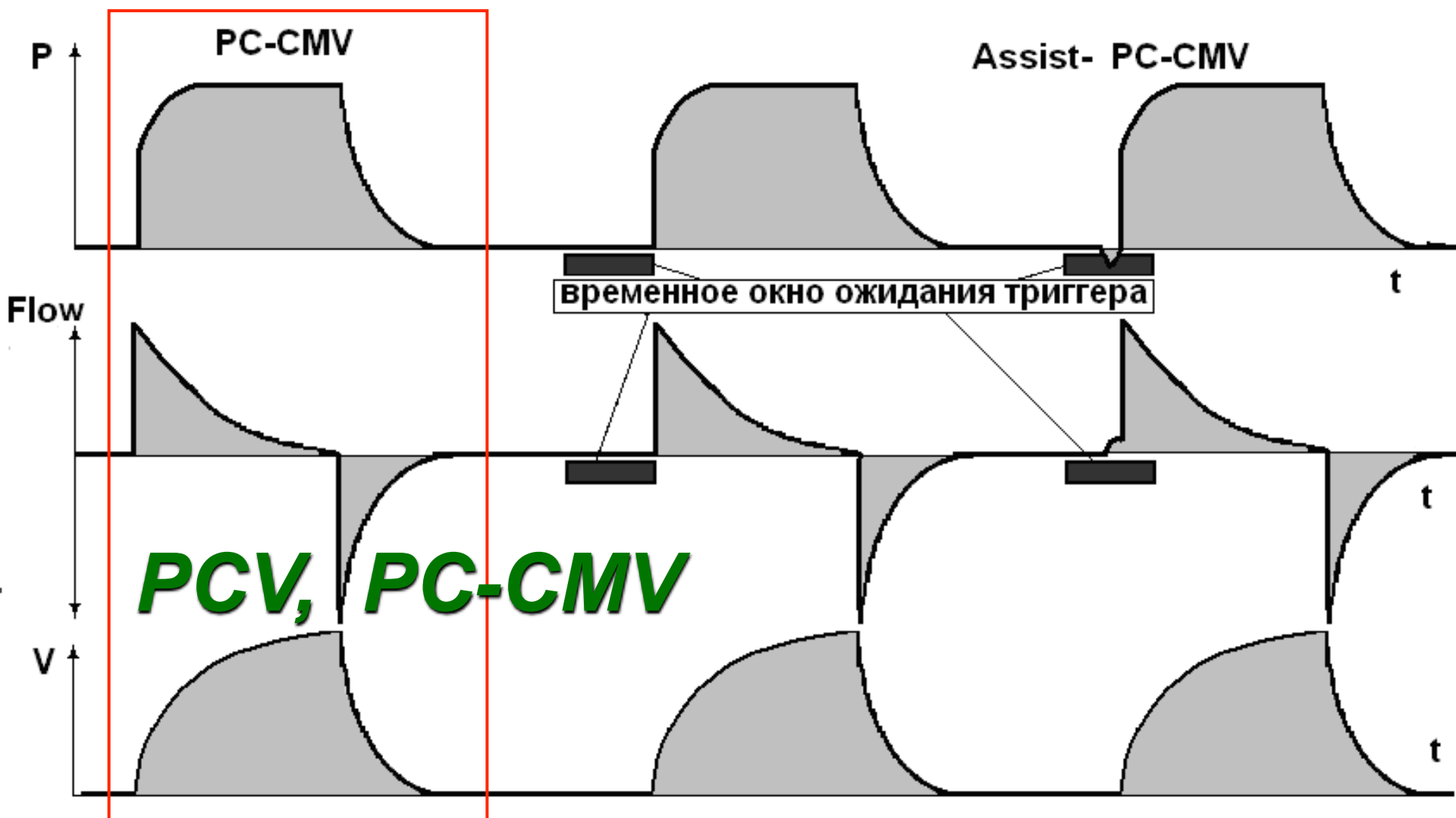


**Time triggered, Pressure triggered,
Volume controlled, Flow limited, Volume cycled,
Continuous mandatory ventilation.**

Под знаком CMV

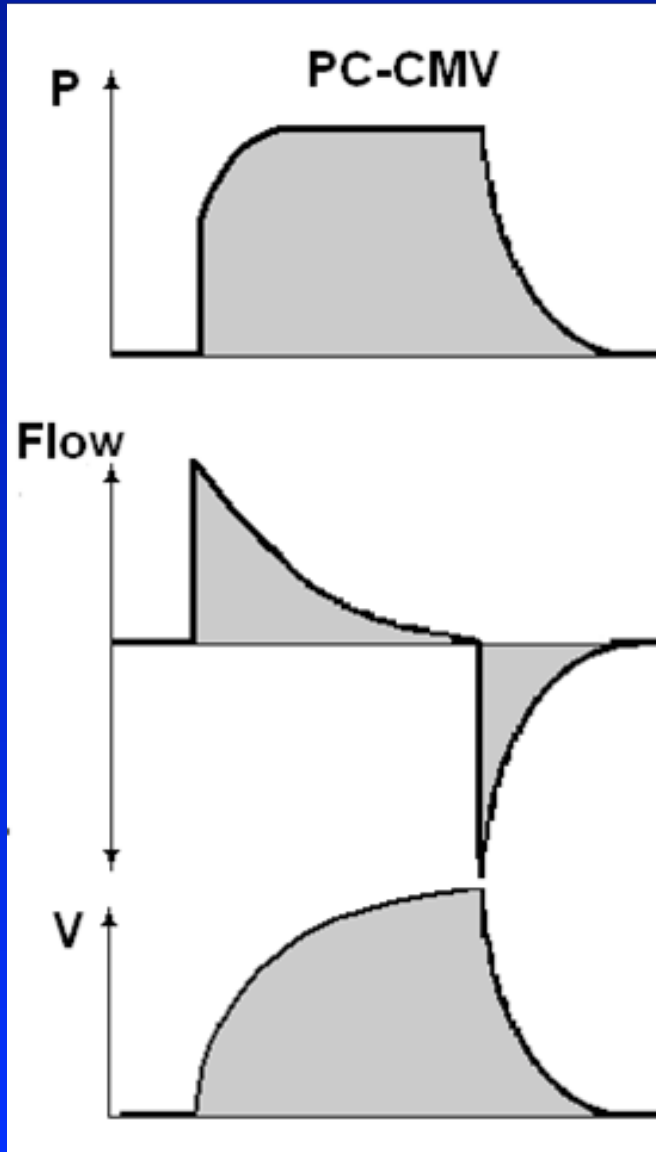


Под знаком CMV

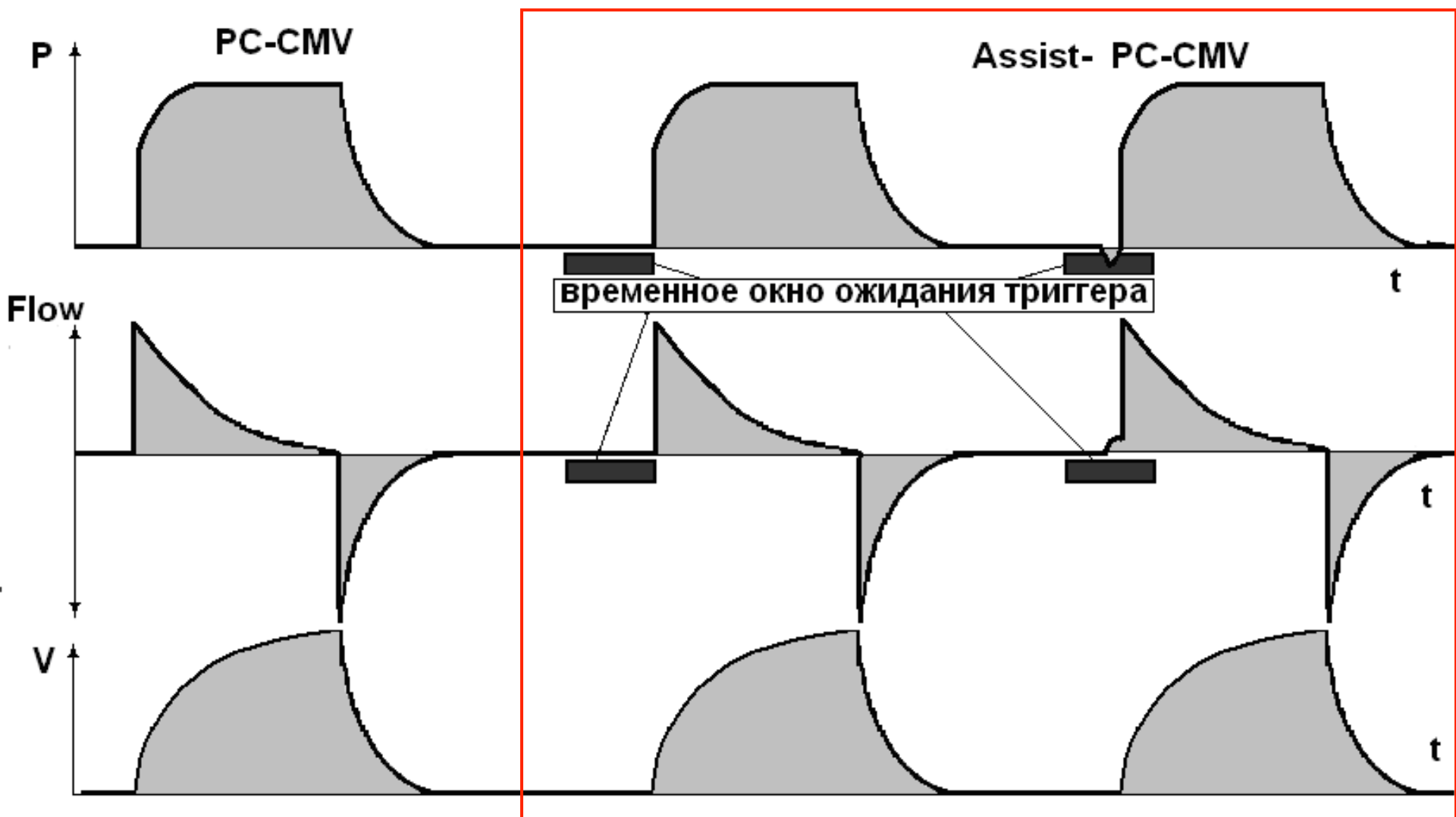


Полное имя

Time triggered,
Pressure controlled,
Pressure limited,
Time cycled,
**Continuous
mandatory
ventilation.**



Под знаком CMV

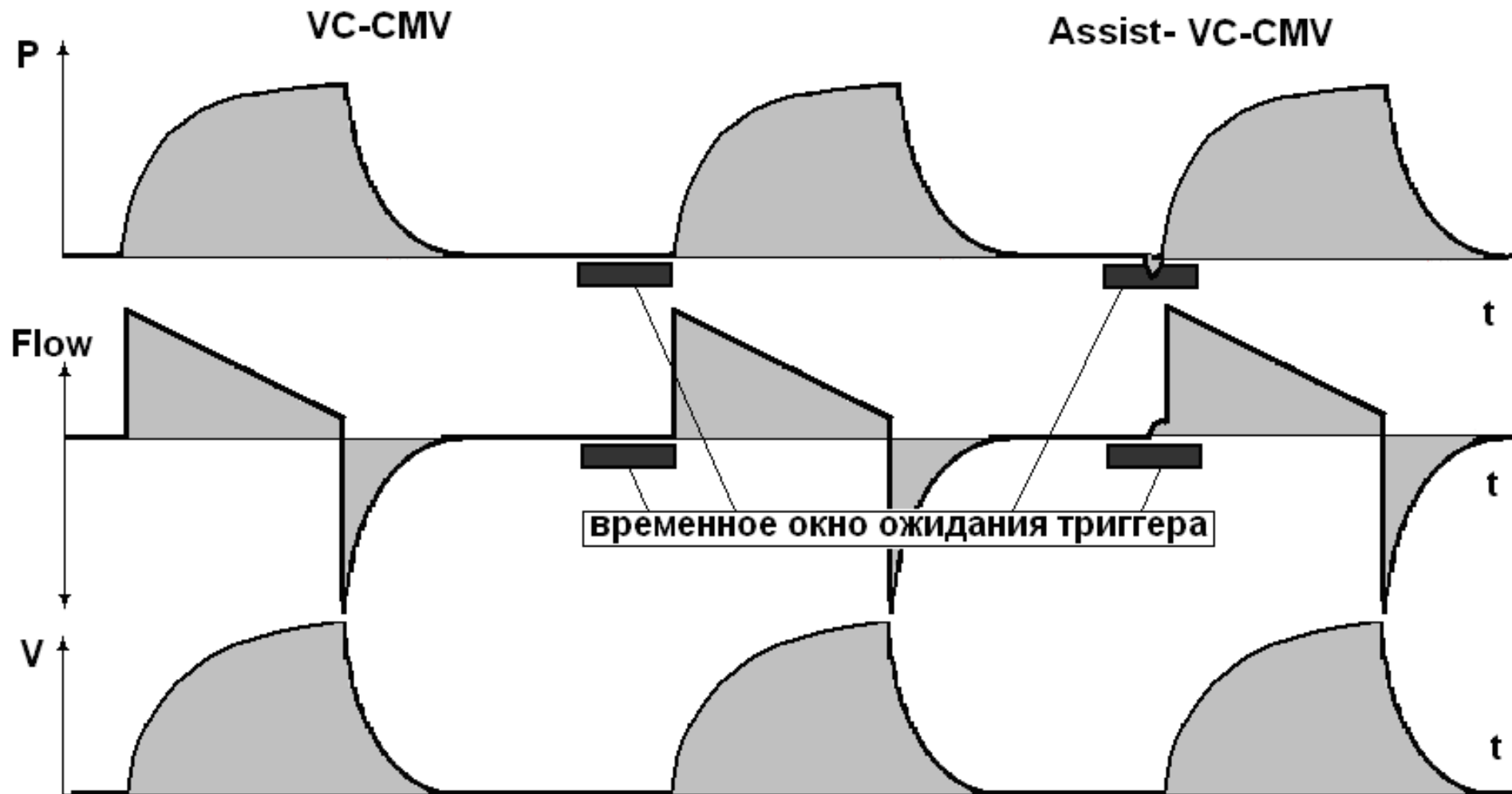


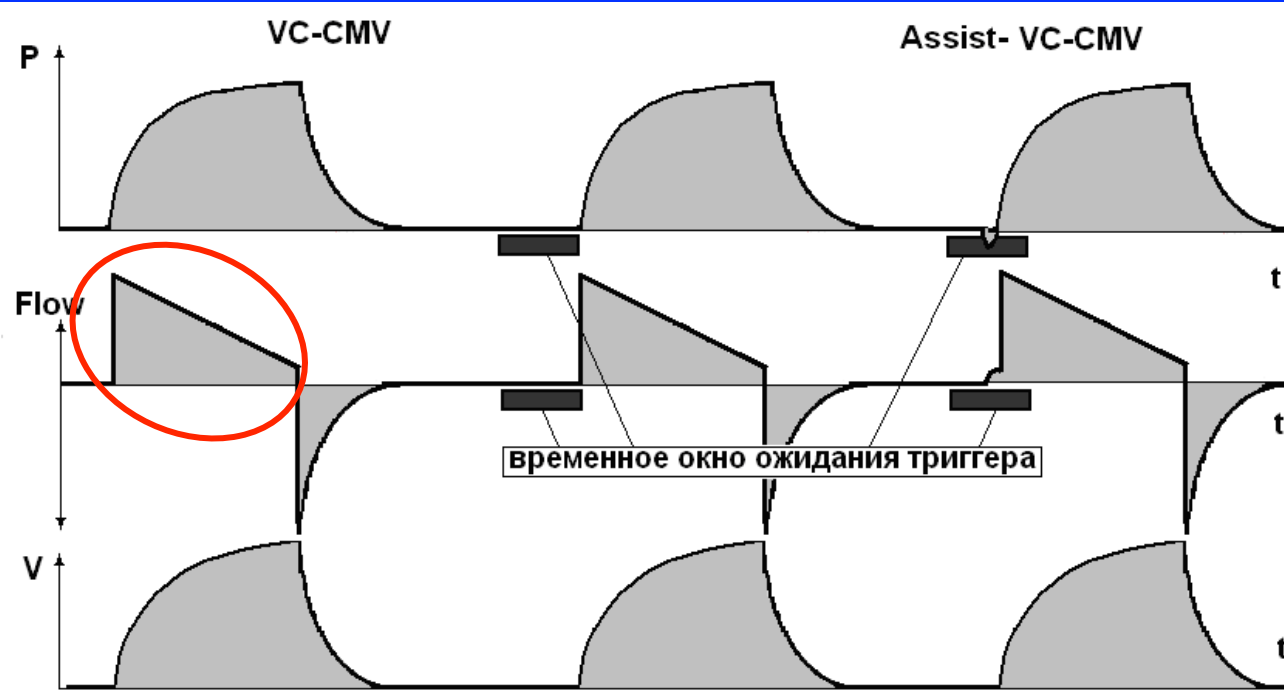
Полное имя



**Time triggered, Pressure triggered,
Pressure controlled,
Pressure limited, Time cycled,
Continuous mandatory ventilation.**

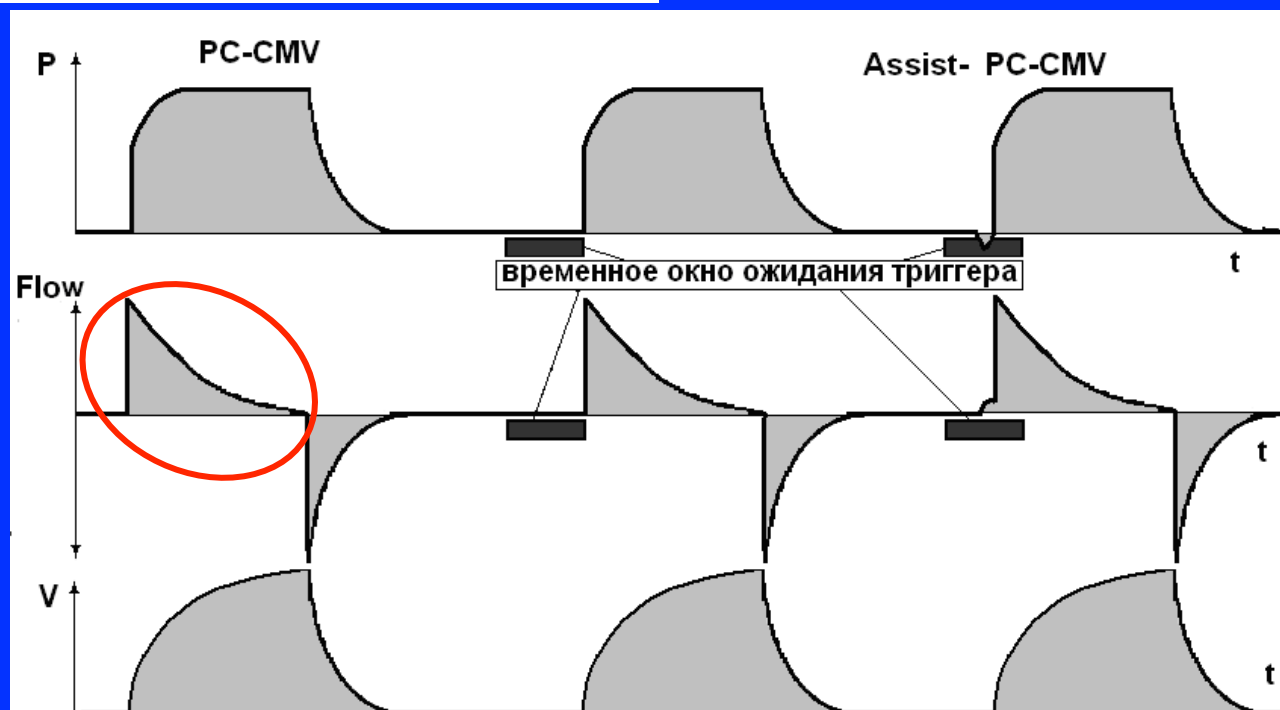
Под знаком CMV



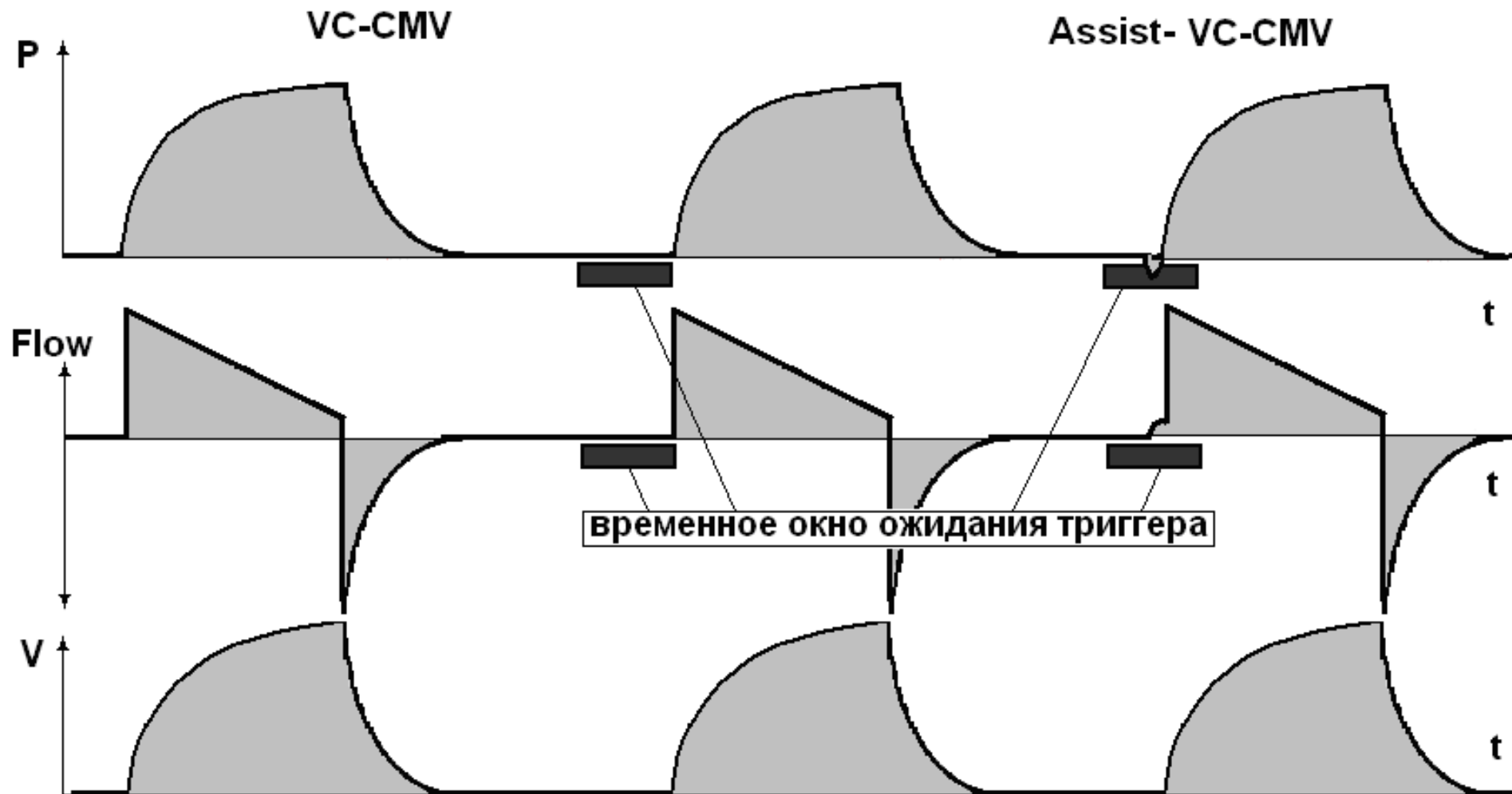


VC- CMV
Assist - VC- CMV

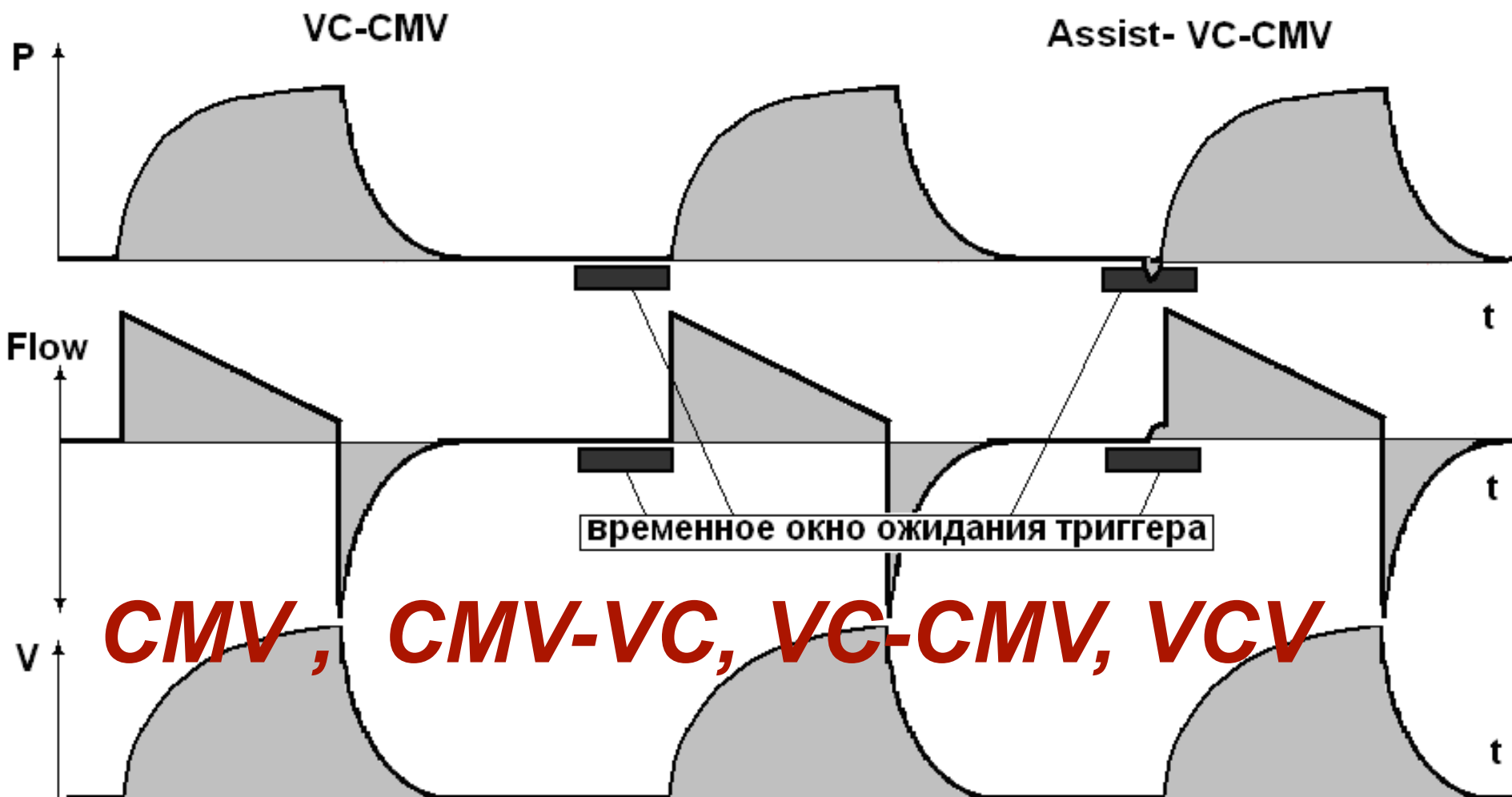
PC- CMV
Assist - PC- CMV



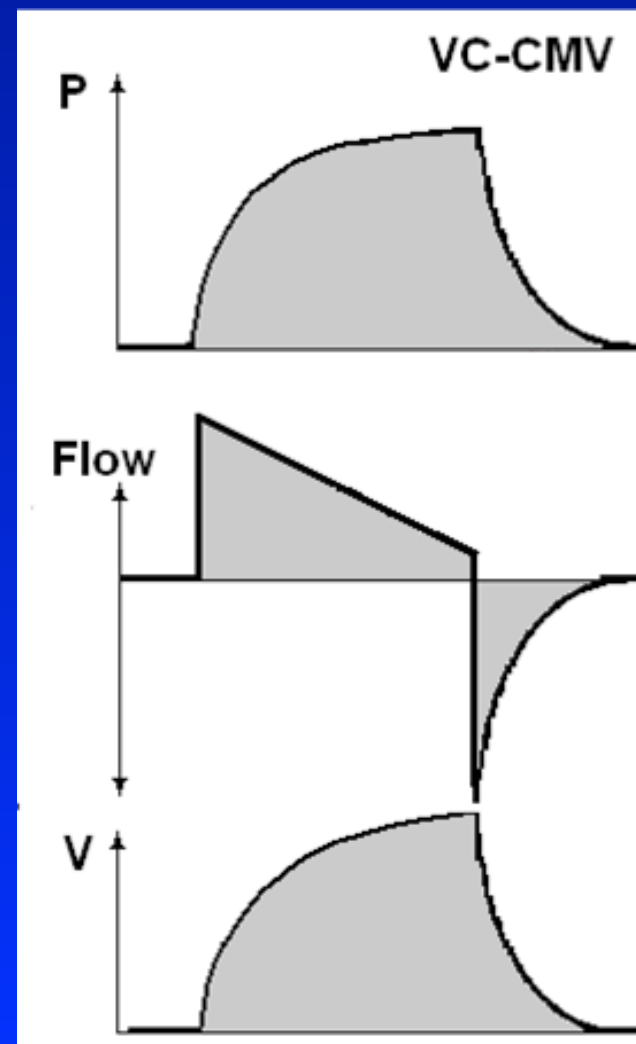
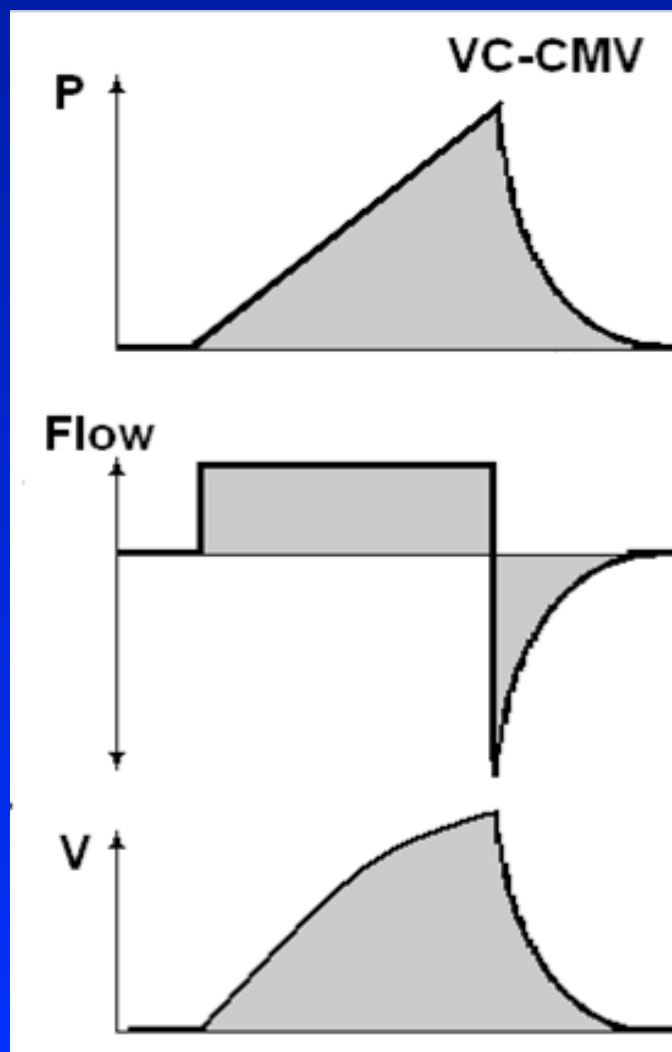
Под знаком CMV



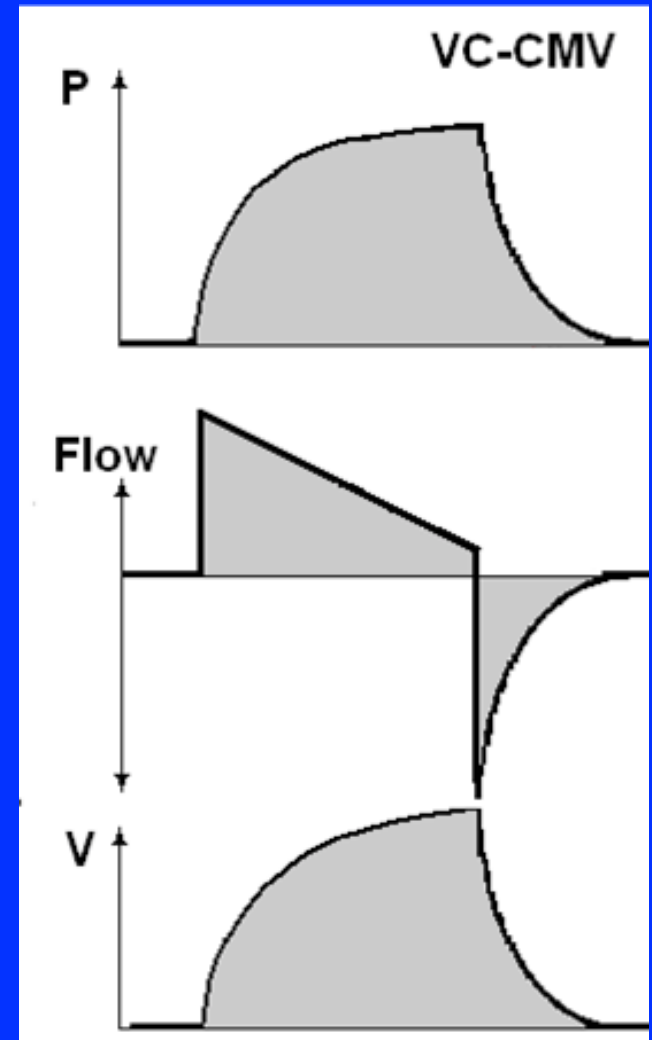
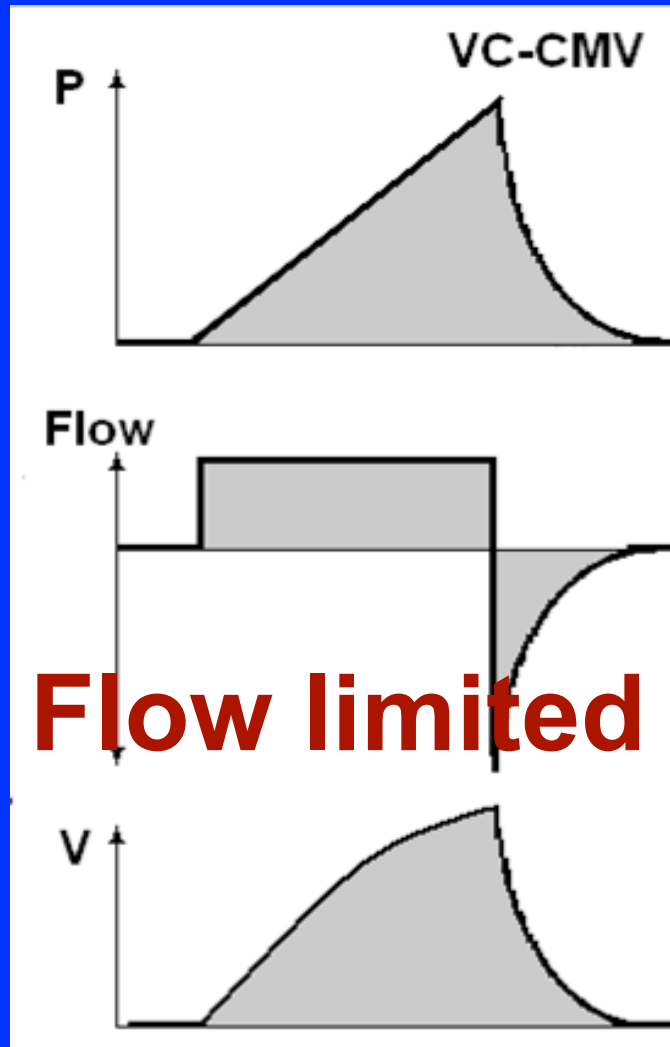
Под знаком CMV

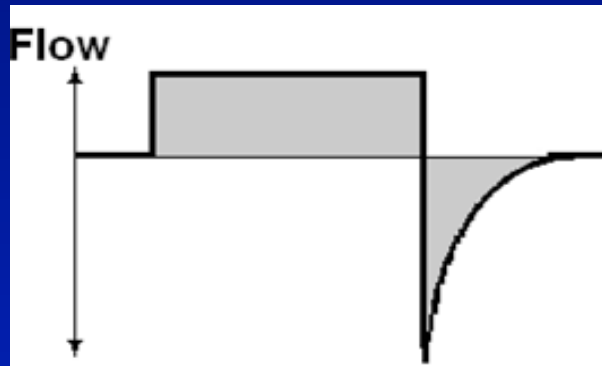


Назови отличие

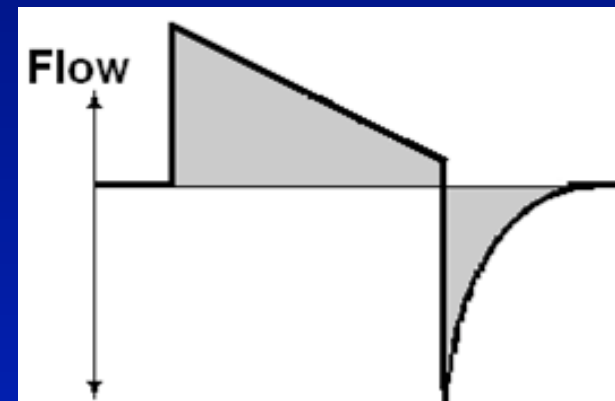


Назови отличие





Назови отличие



Time triggered,
Volume controlled,
Flow limited,
Time cycled,

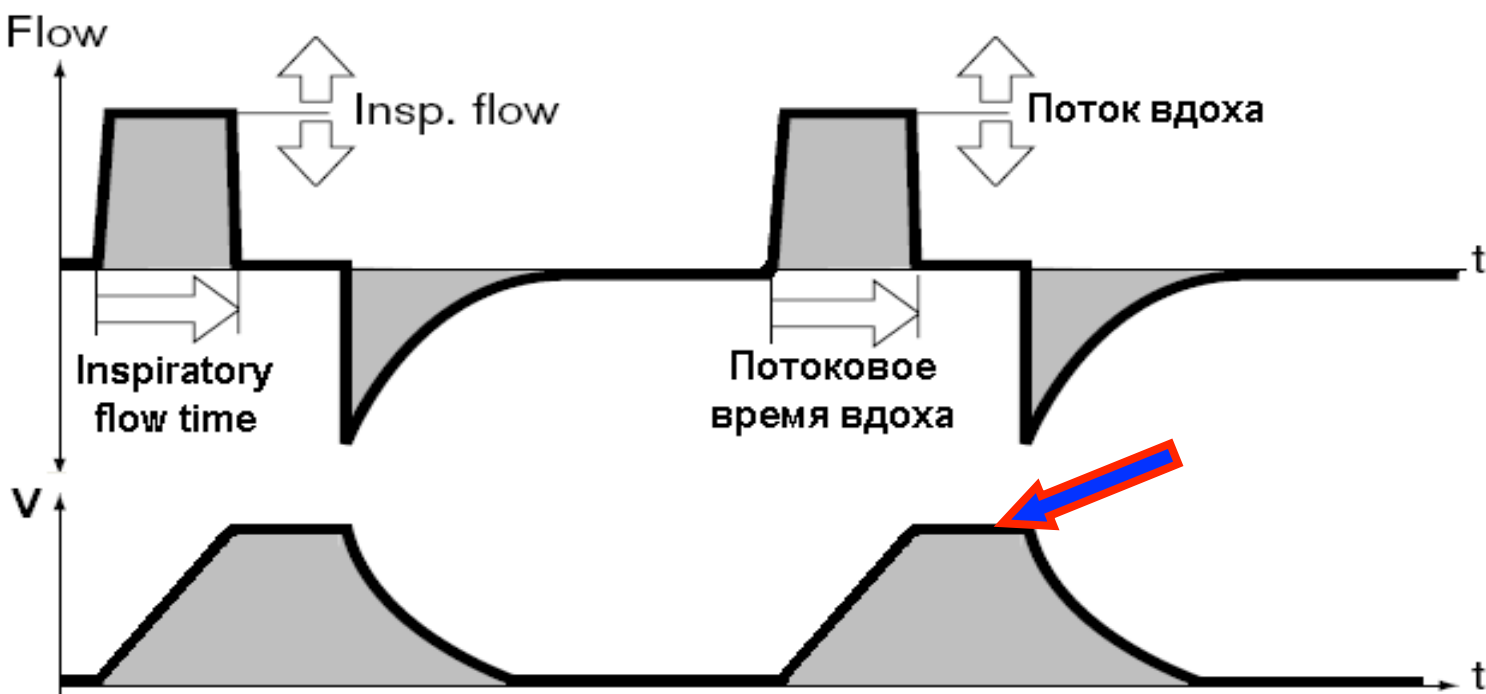
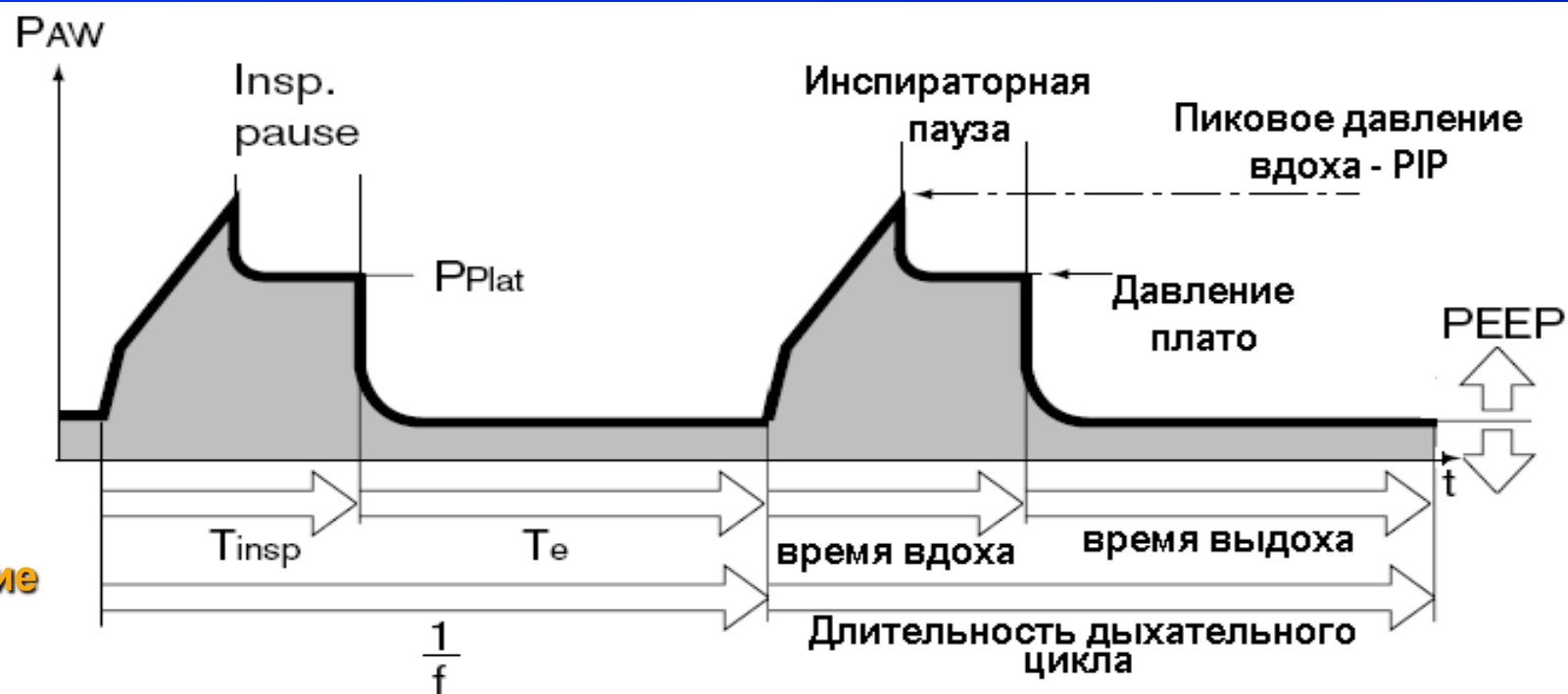
Continuous
mandatory
ventilation.

Time triggered,
Volume controlled,
~~Flow limited,~~
Time cycled,

Continuous
mandatory
ventilation.

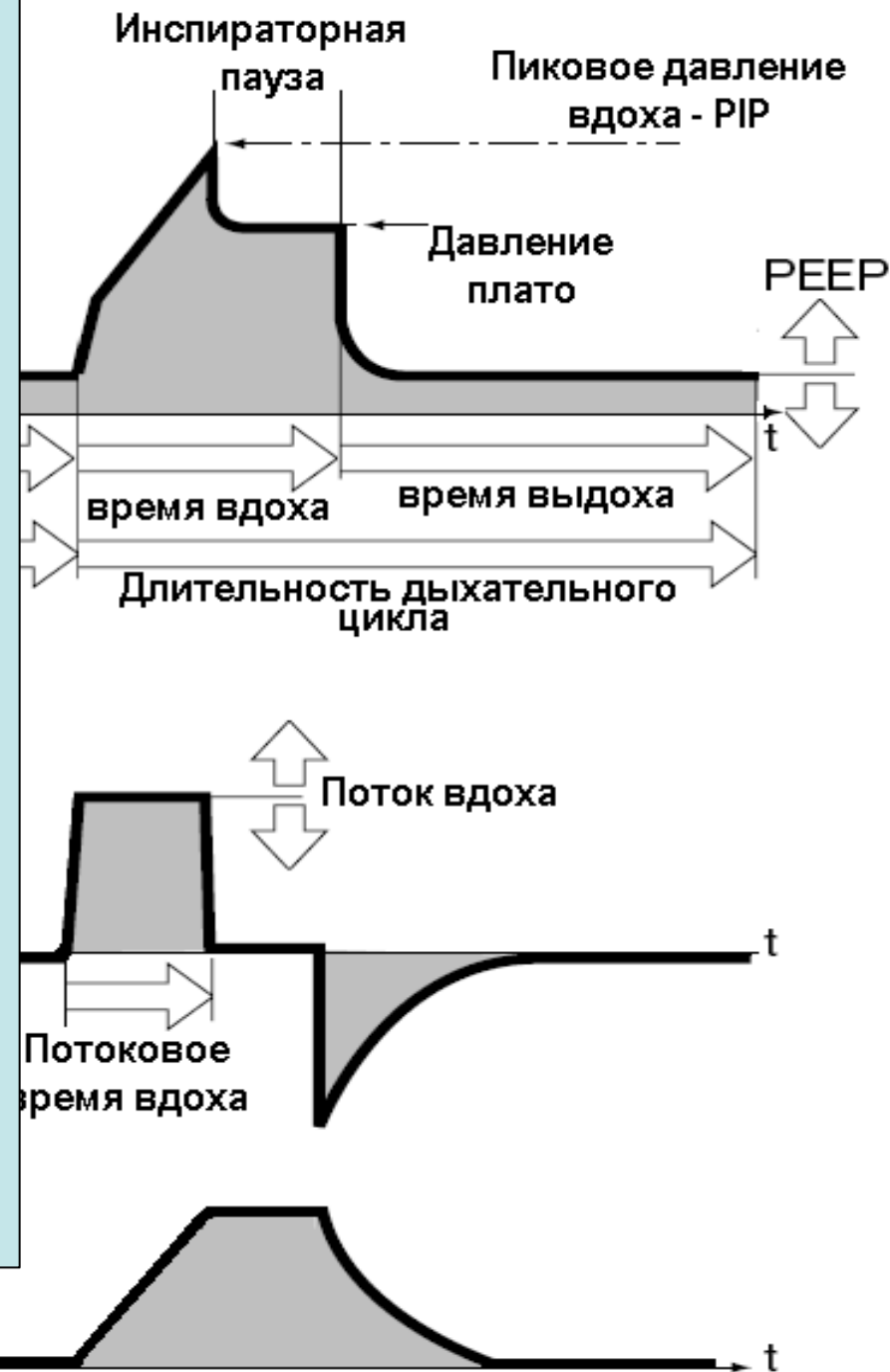
VC- CMV

Переключение
на выдох
по времени

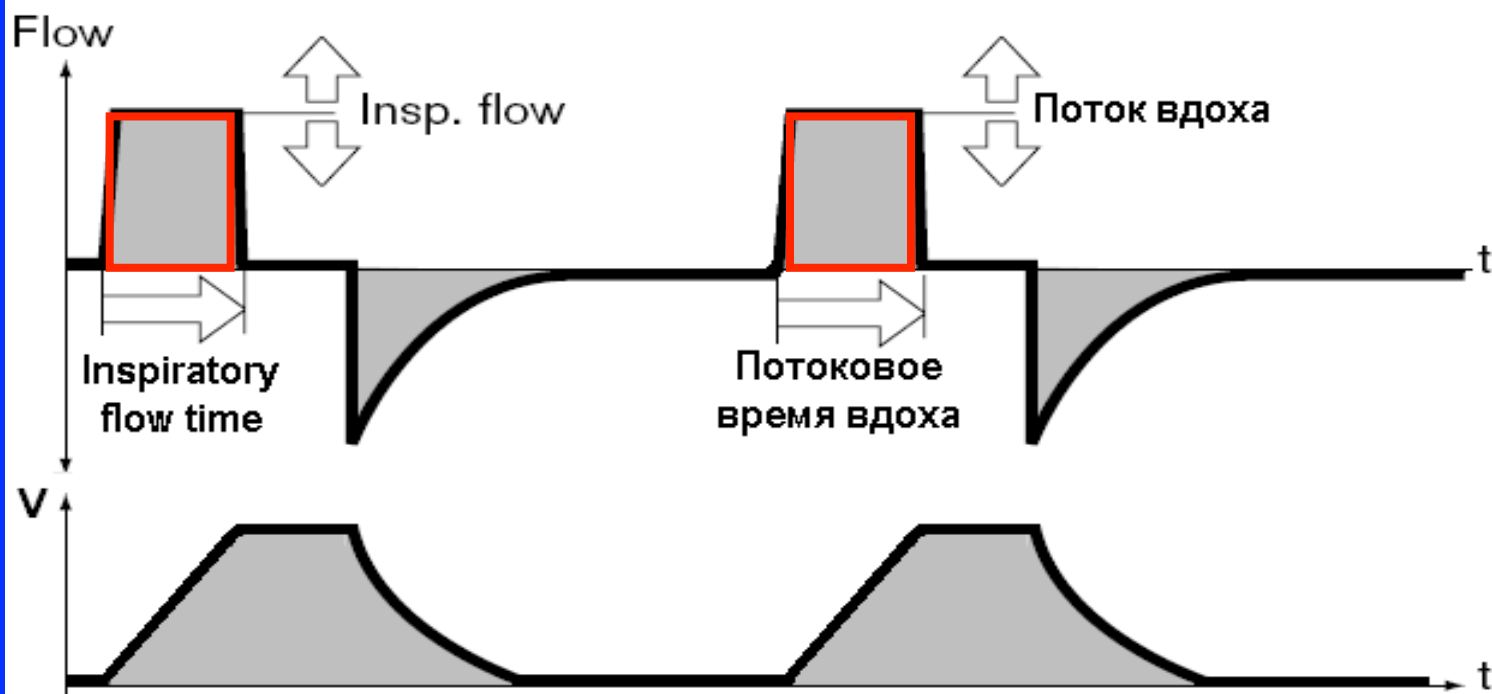
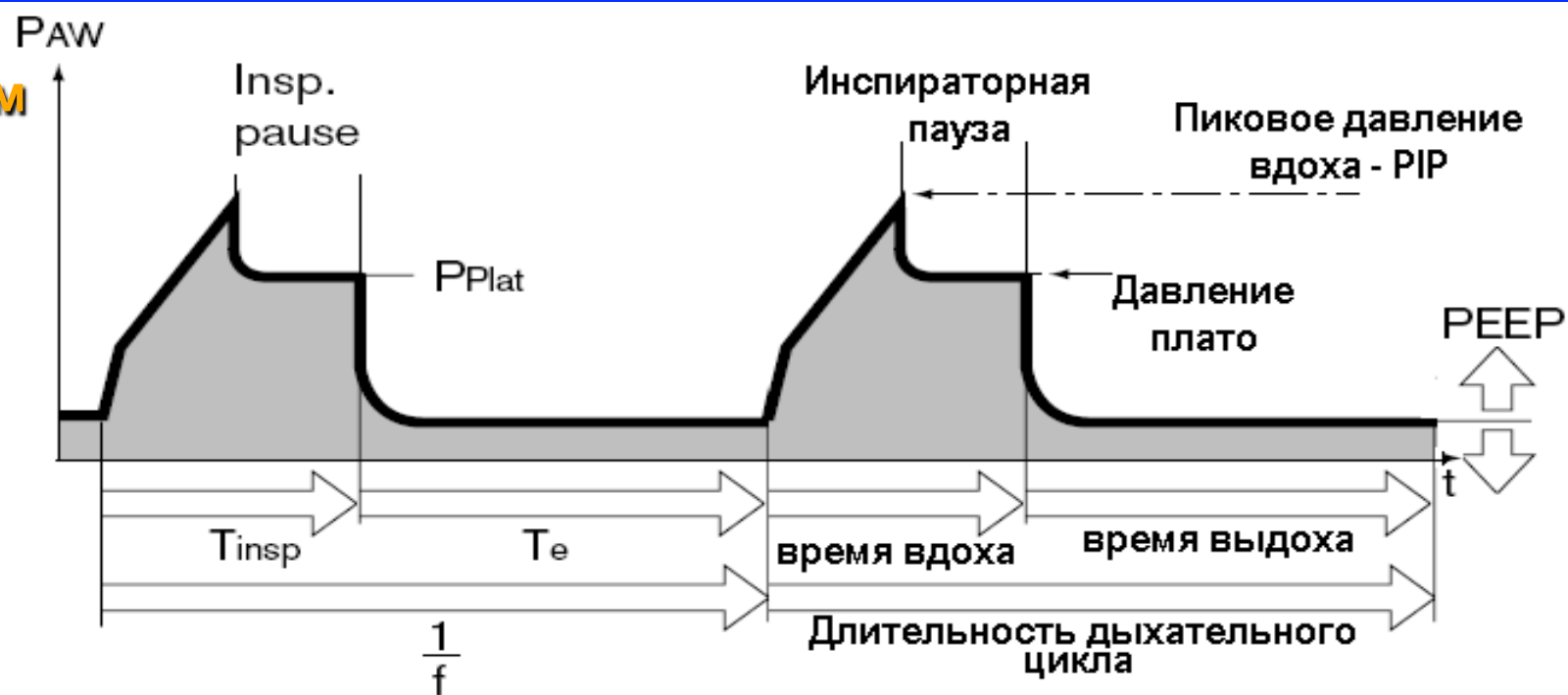


Полное имя

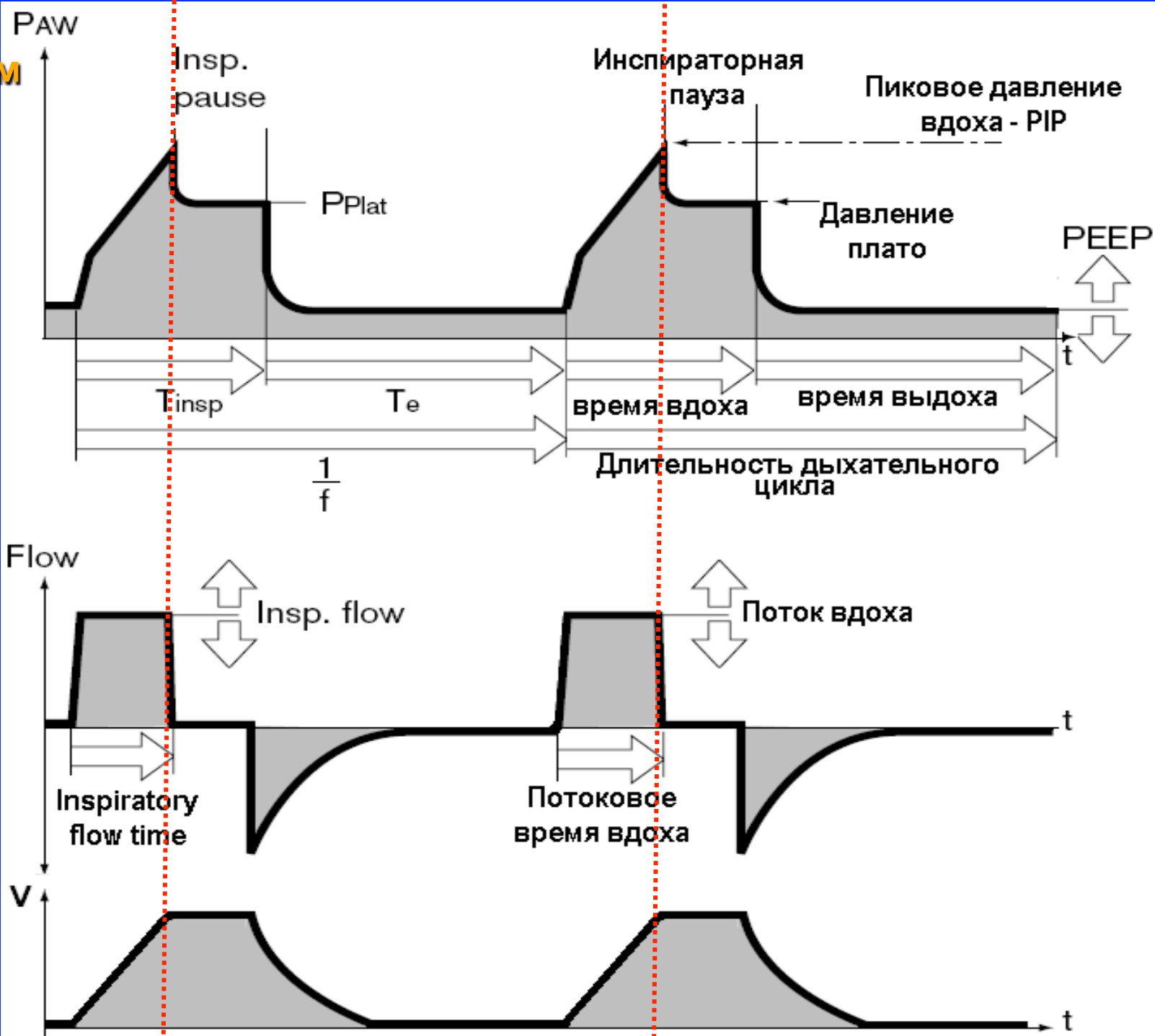
**Time triggered,
Volume controlled,
Flow limited,
Time cycled,
Continuous
mandatory
ventilation.**



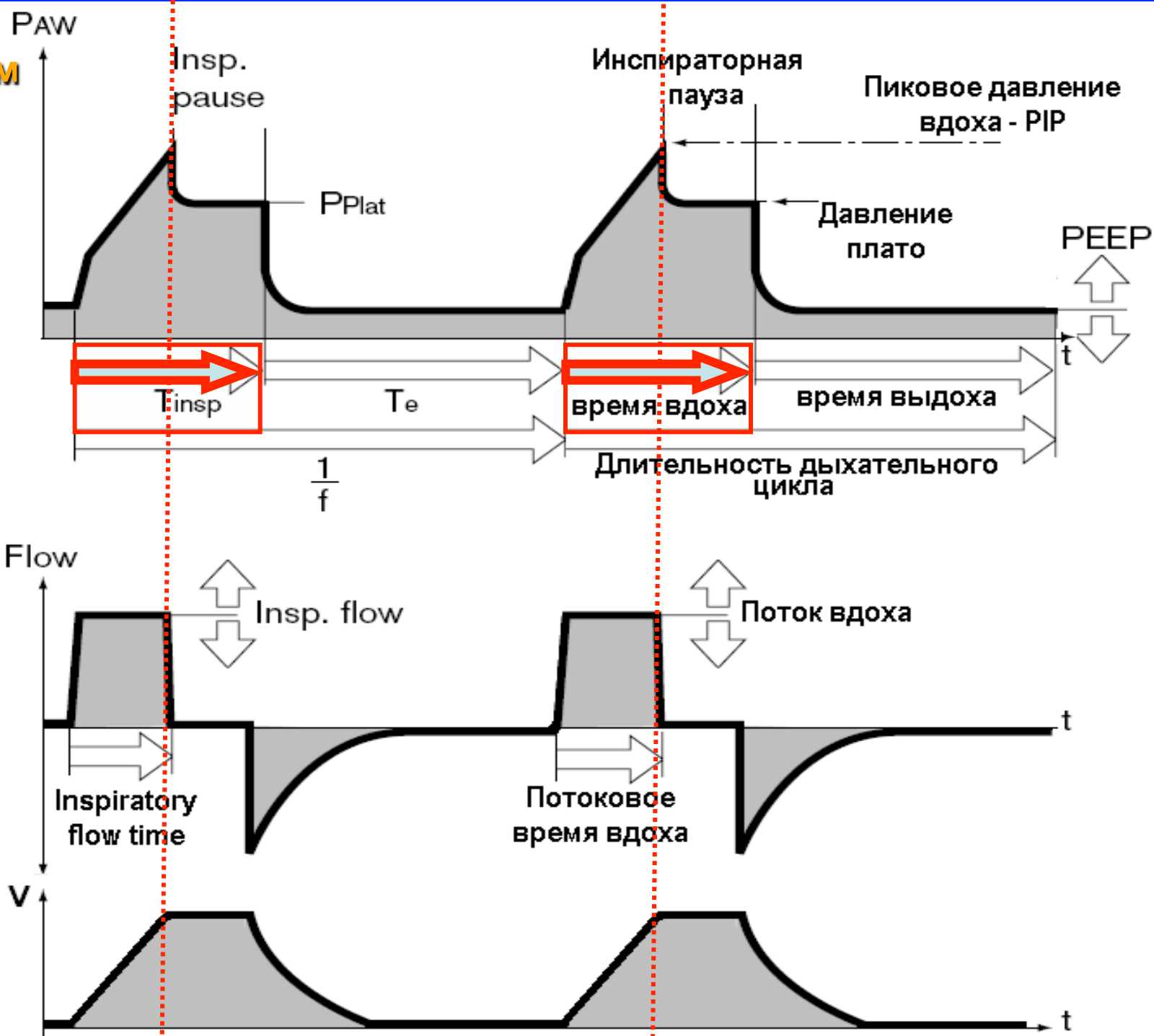
Под знаком CMV-VC



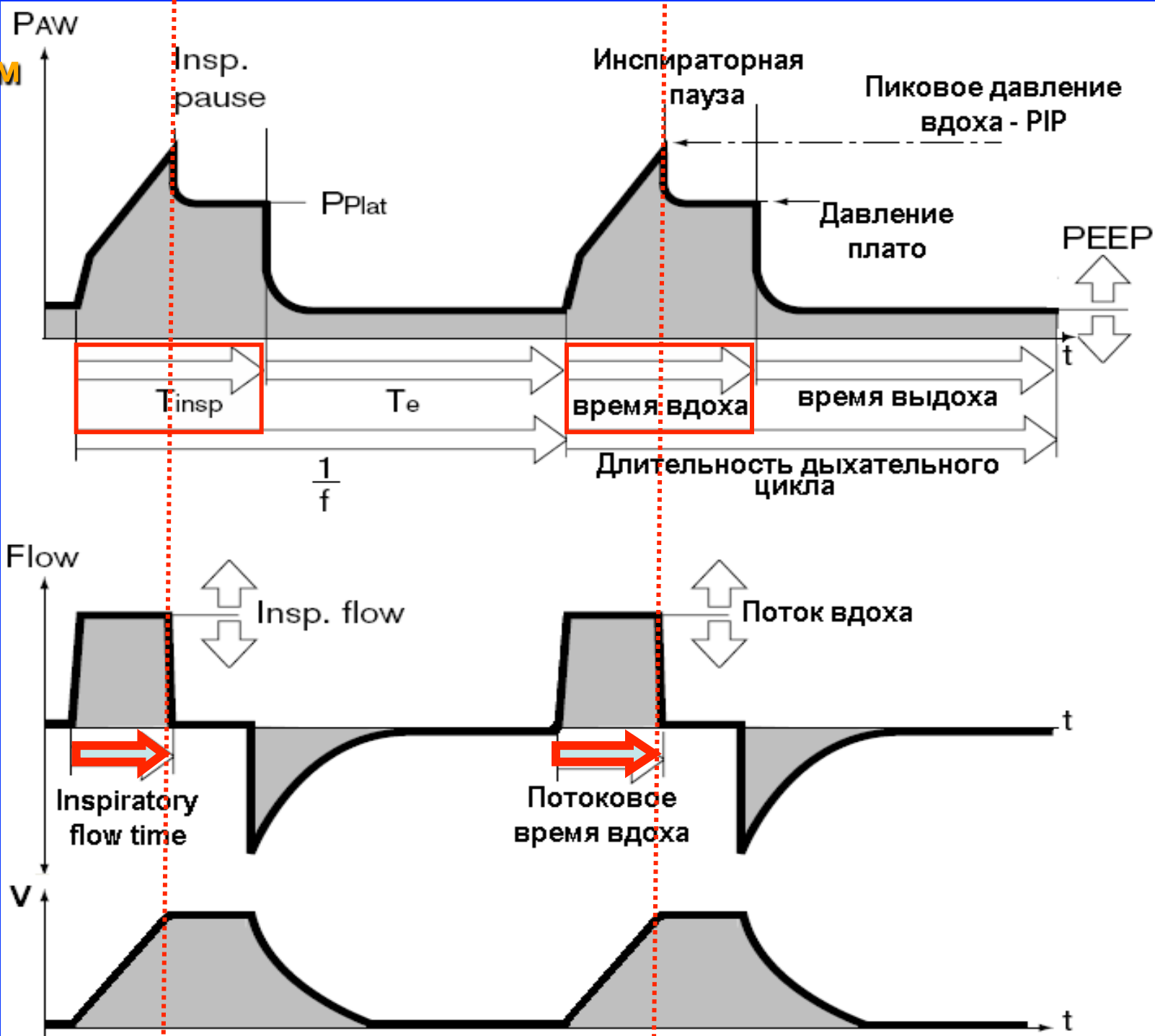
Под знаком CMV-VC



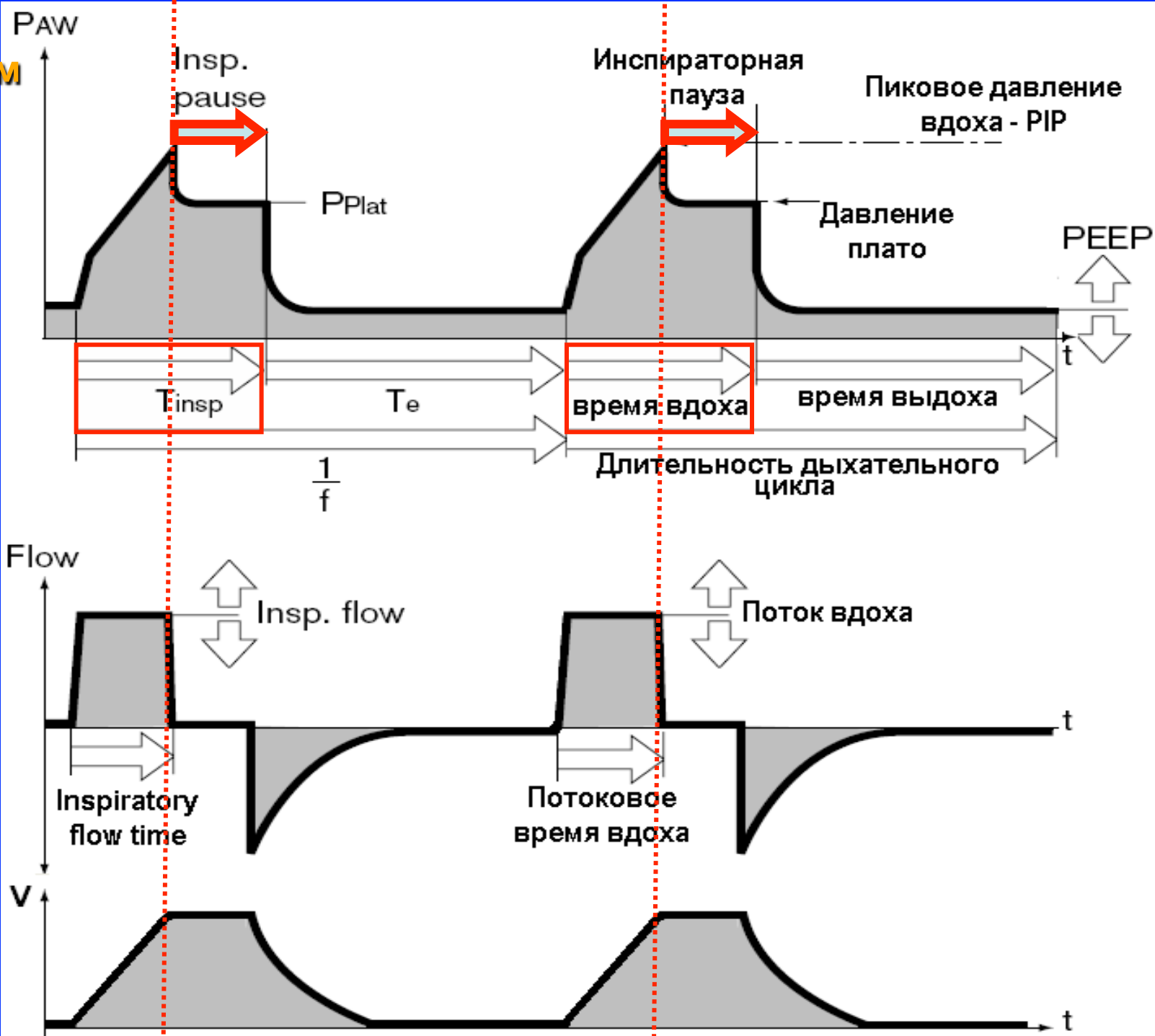
Под знаком CMV-VC

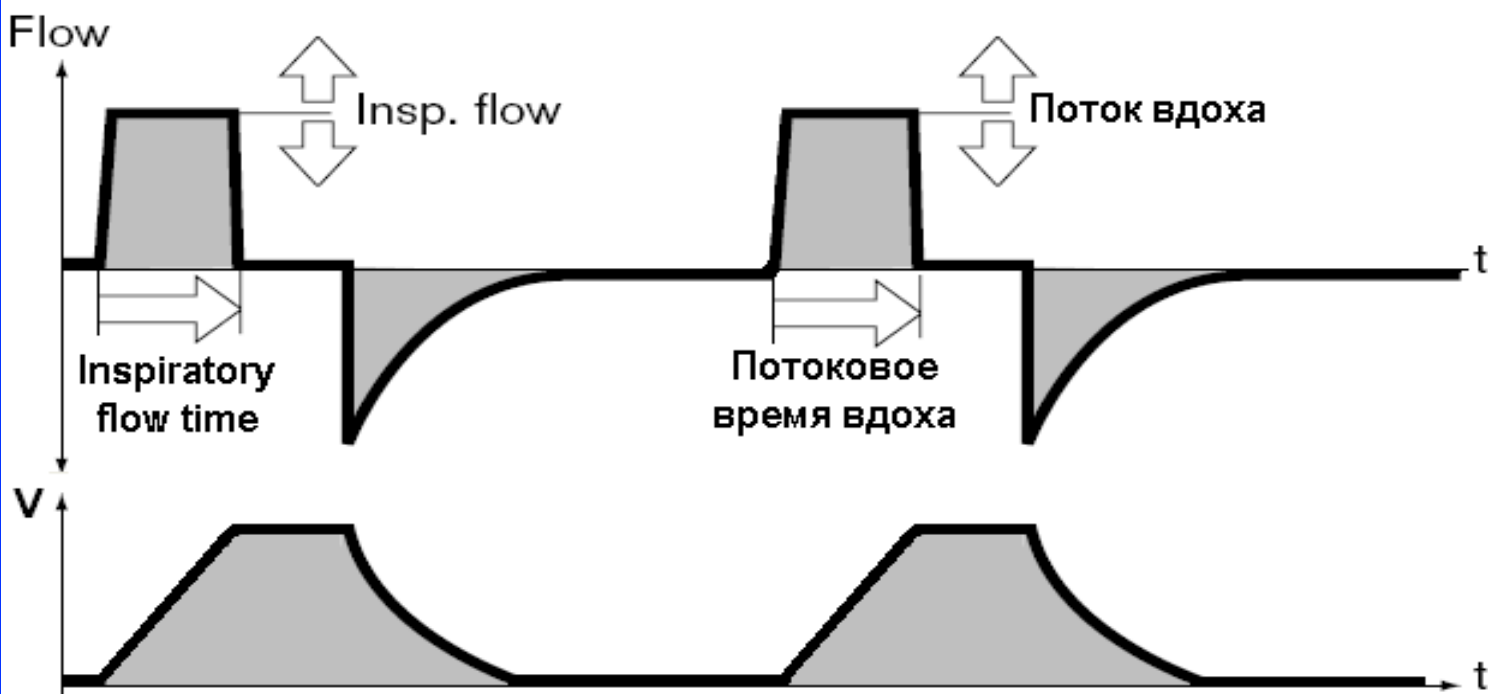
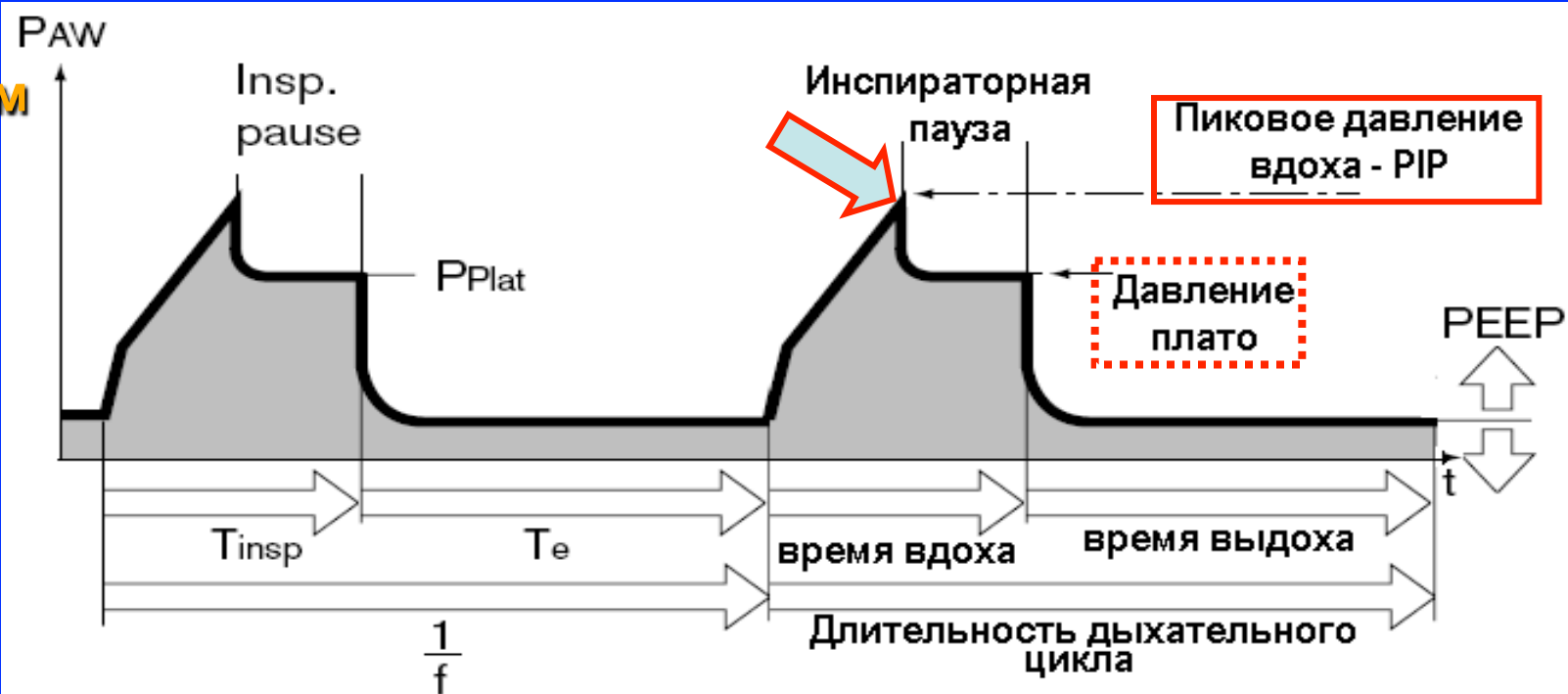


Под знаком CMV-VC



Под знаком CMV-VC





Inverse Ratio Ventilation (IRV)

Режим принудительной вентиляции, при котором продолжительность вдоха равна или больше продолжительности выдоха, все вдохи принудительные (mandatory) и доставляются с заданной частотой.

Под «**IRV**» понимают соотношение вдоха к выдоху от 1:1 до 4:1. «**IRV**» – это «**CMV**» с обратным отношением длительности вдоха и выдоха.

Inverse Ratio Ventilation (IRV)

Паттерны ИВЛ IRV :

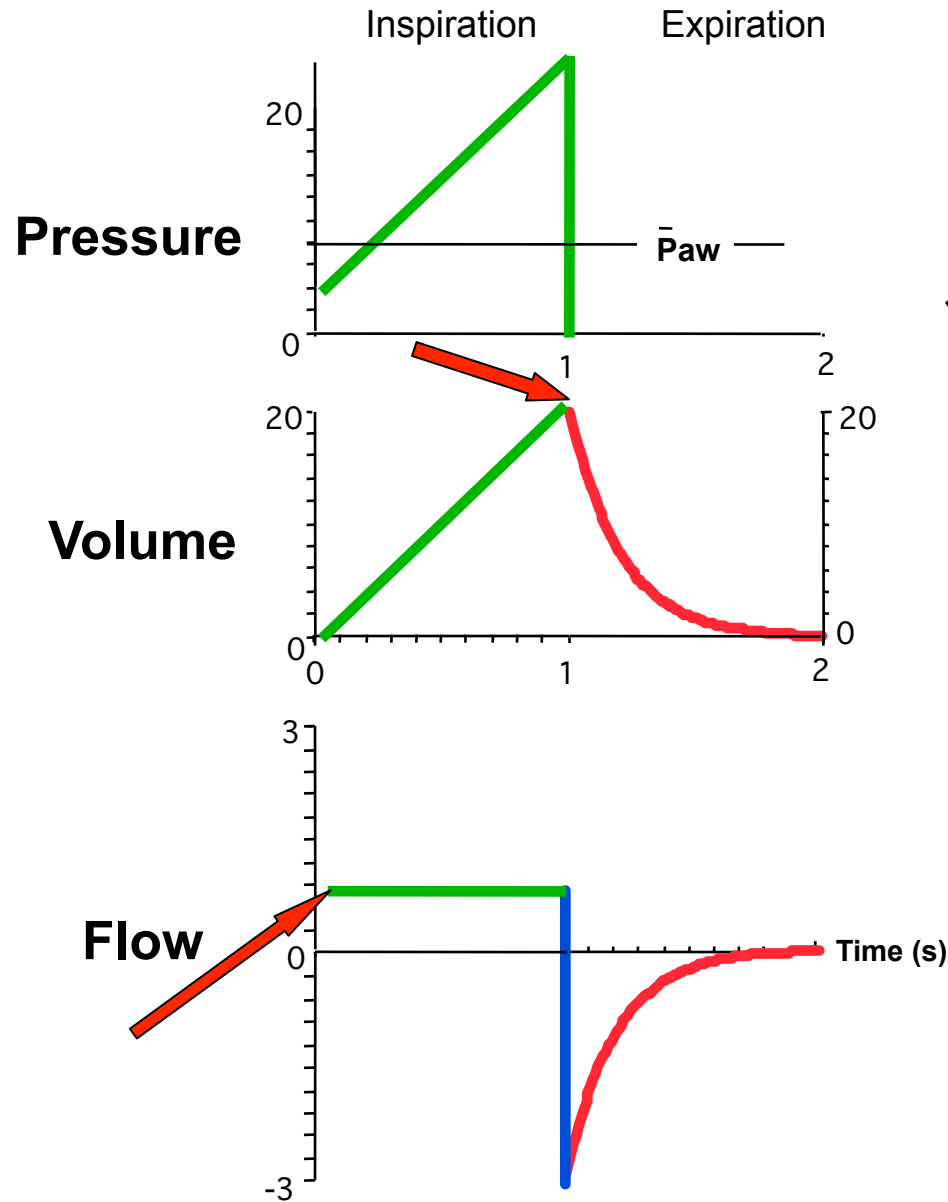
1. **VC-CMV** (Volume controlled continuous mandatory ventilation)
2. **PC-CMV** (Pressure controlled continuous mandatory ventilation)

При любом способе управления вдохом для «**IRV**» переключение на выдох выполняется только по времени (Time Cycling).

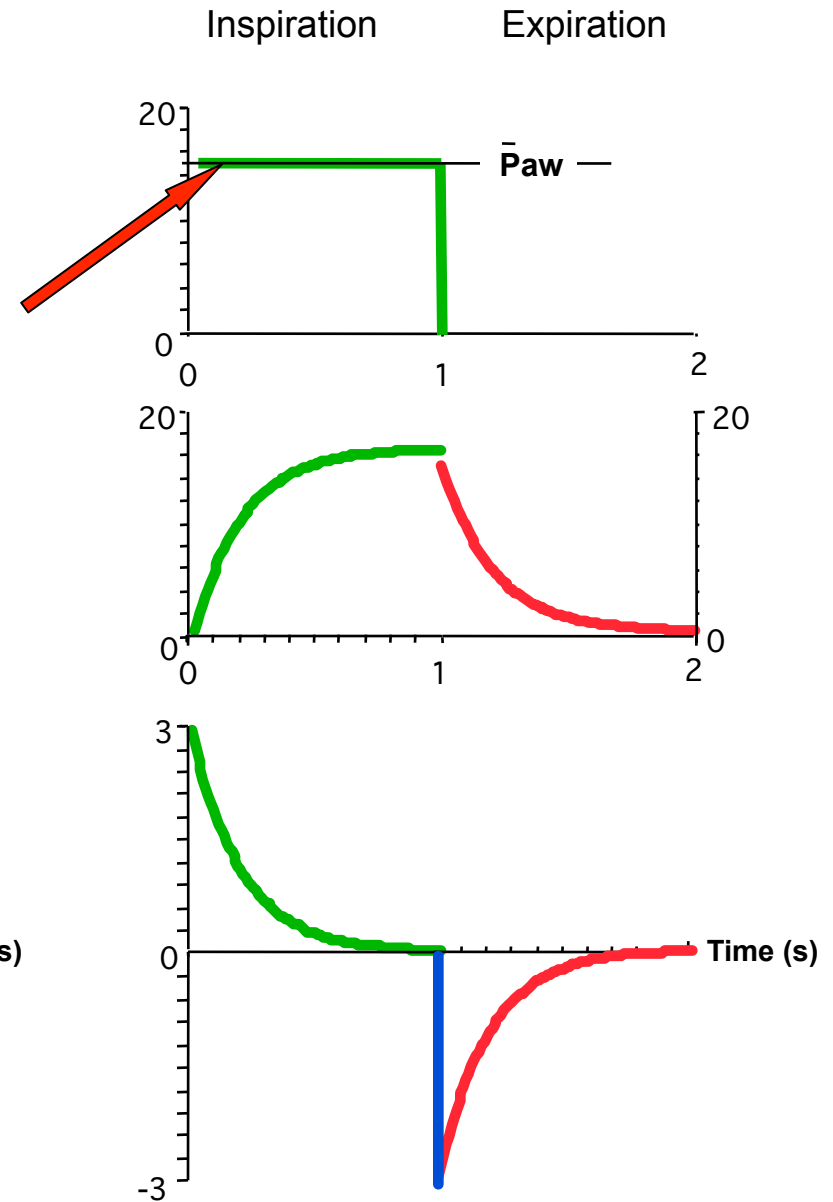
Inverse Ratio Ventilation (IRV)

- **Варианты IRV :**
 1. **VC-CMV** (Volume controlled continuous mandatory ventilation) для синхронизации требуется глубокая седация
 2. **PC-CMV** (Pressure controlled continuous mandatory ventilation) переносится легче, чем **VC-CMV - IRV**
- При любом способе управления вдохом для «**IRV**» переключение на выдох выполняется только по времени (Time Cycling).

Volume/Flow Control



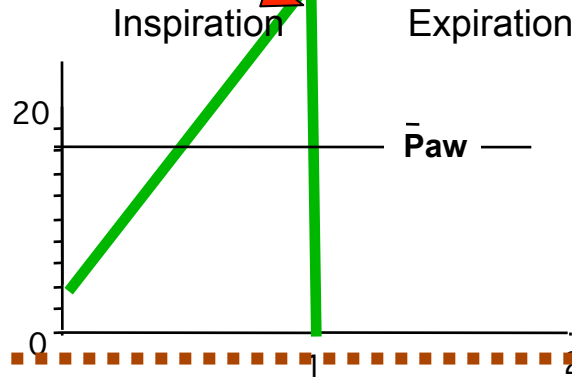
Pressure Control



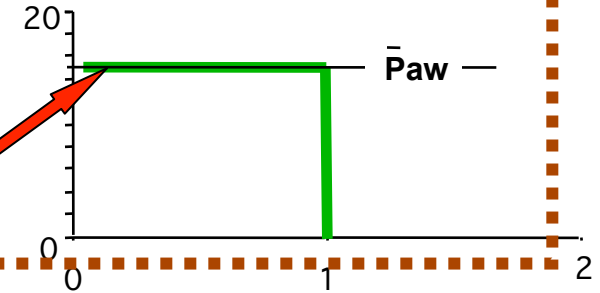
Volume/Flow Control

Pressure Control

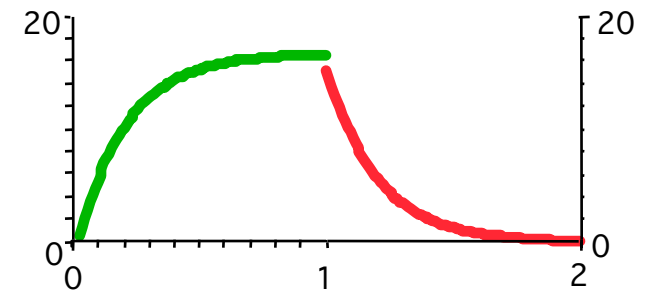
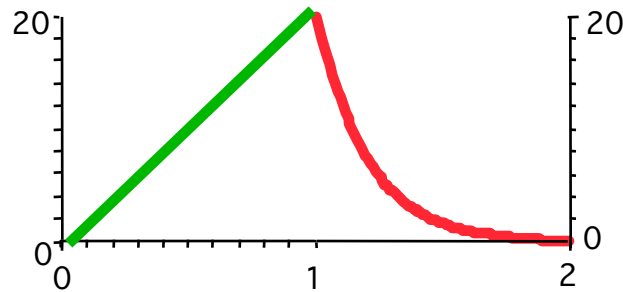
Pressure



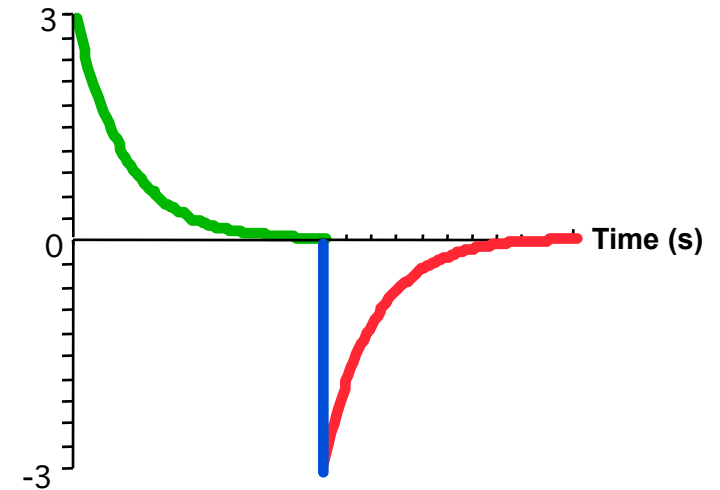
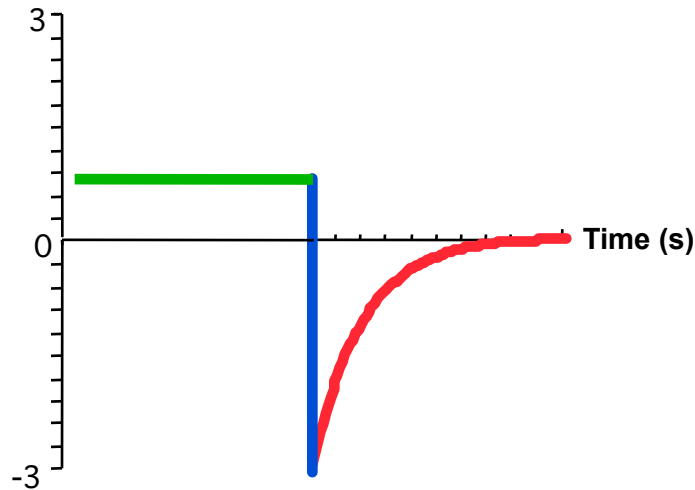
Inspiration Expiration



Volume

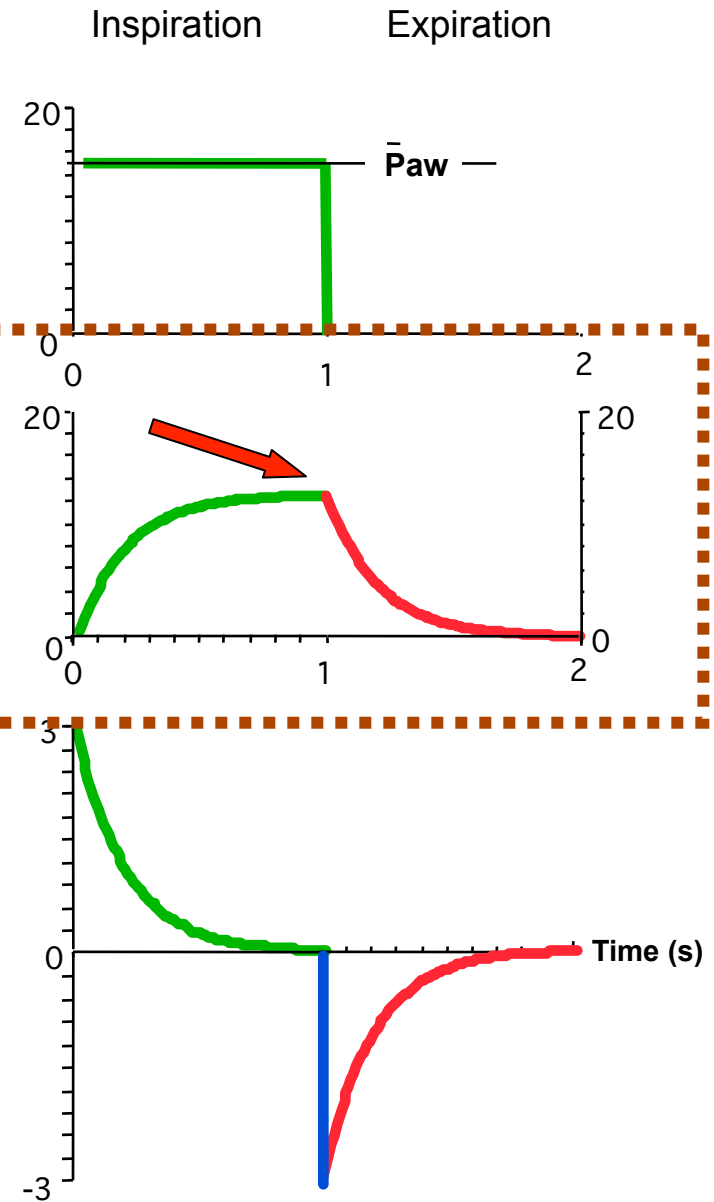
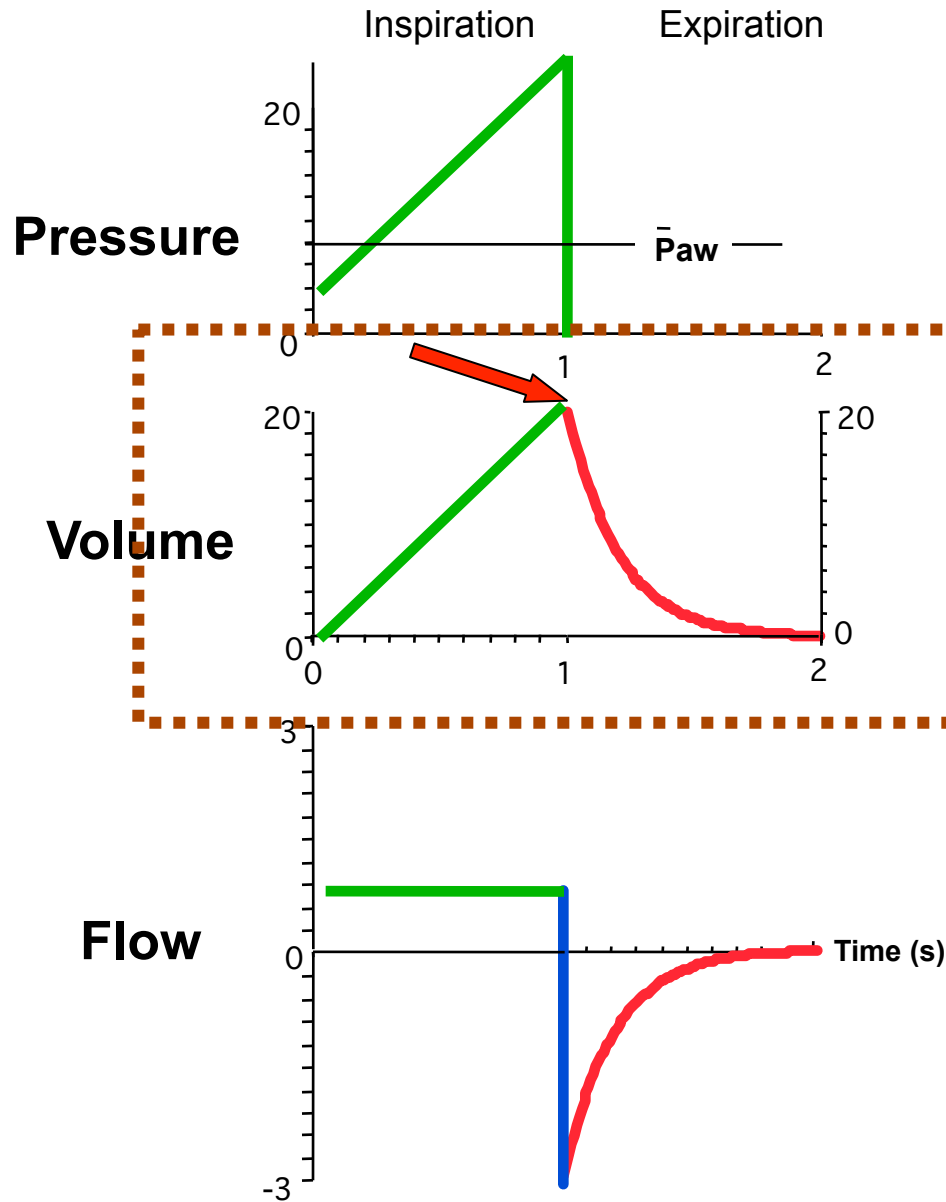


Flow



Volume/Flow Control

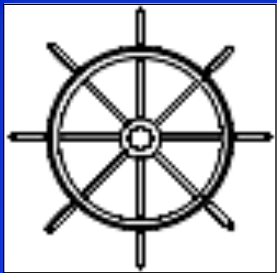
Pressure Control



Сравним два способа управления вдохом

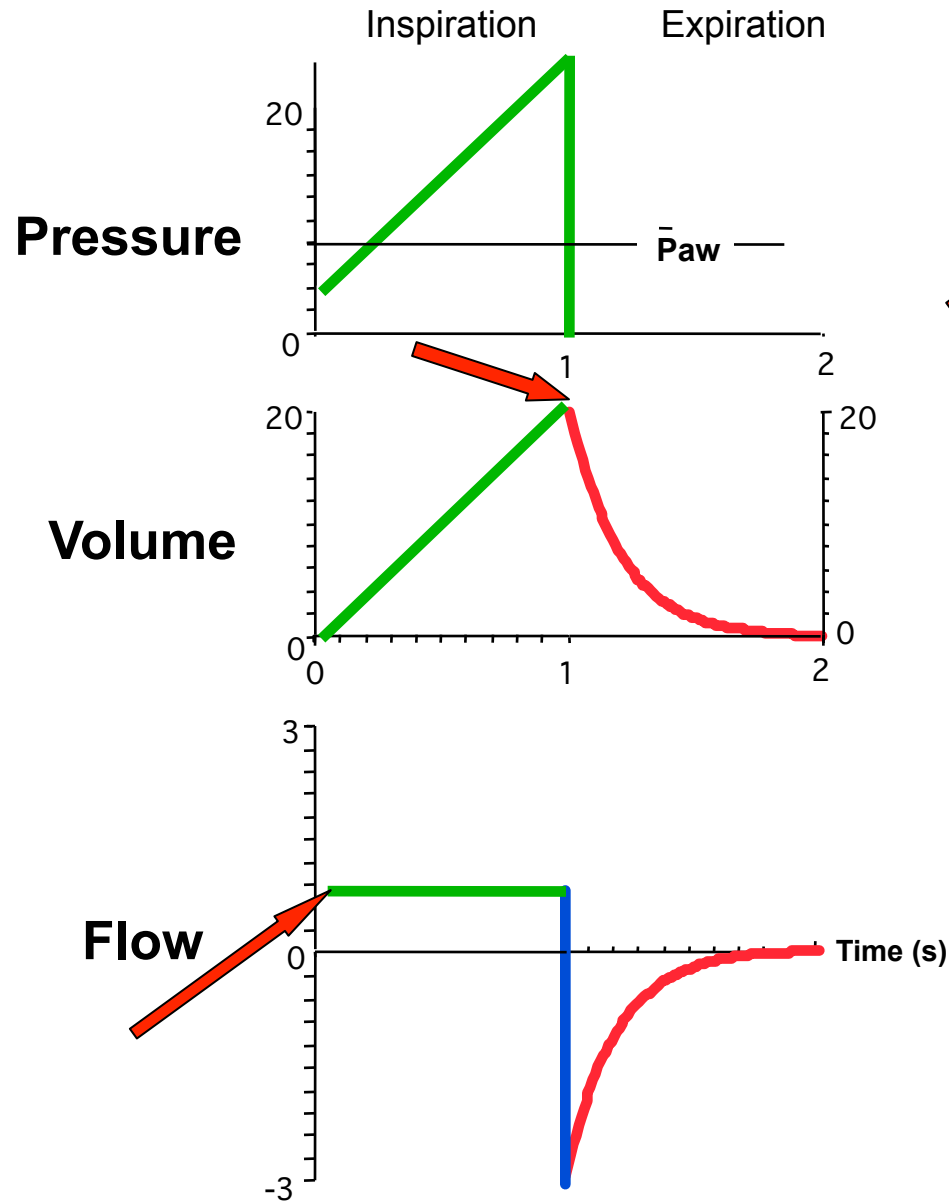


- По объёму
Volume controlled ventilation (VCV)

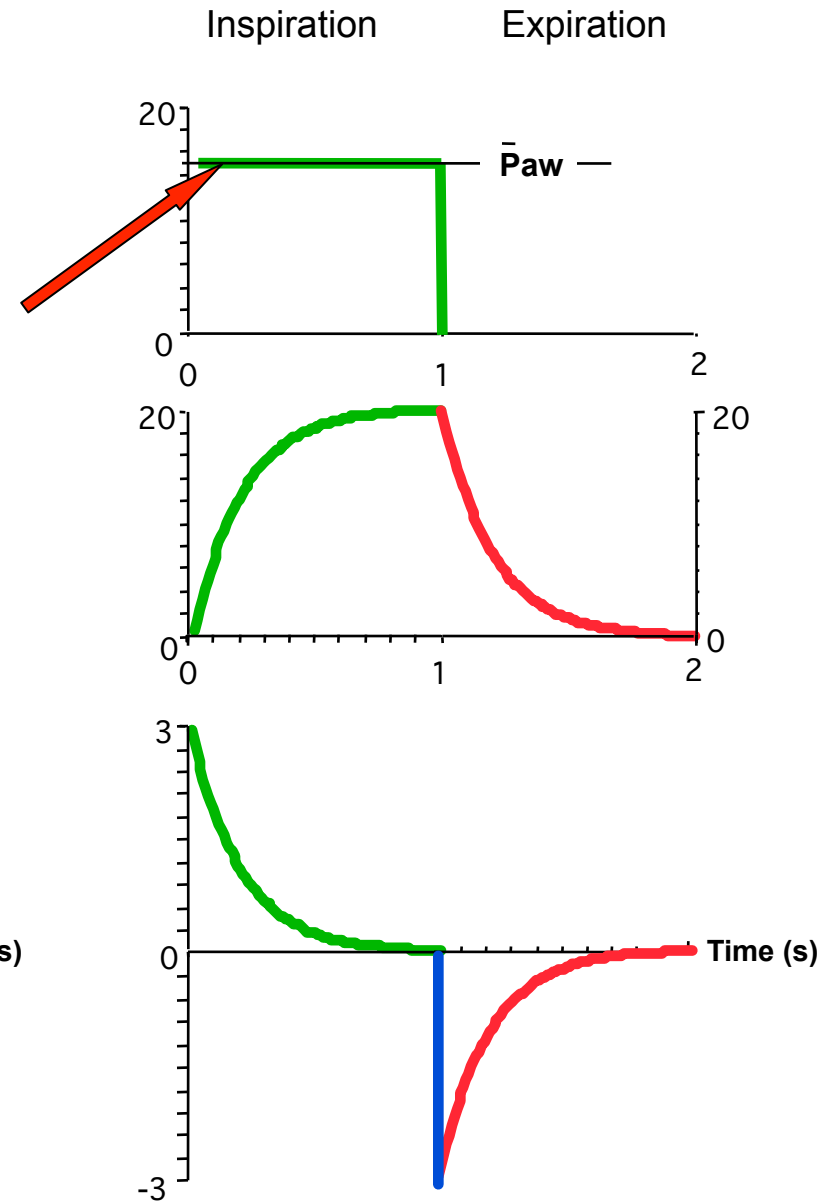


- По давлению
Pressure controlled ventilation (PCV)

Volume/Flow Control



Pressure Control



Управление по объёму

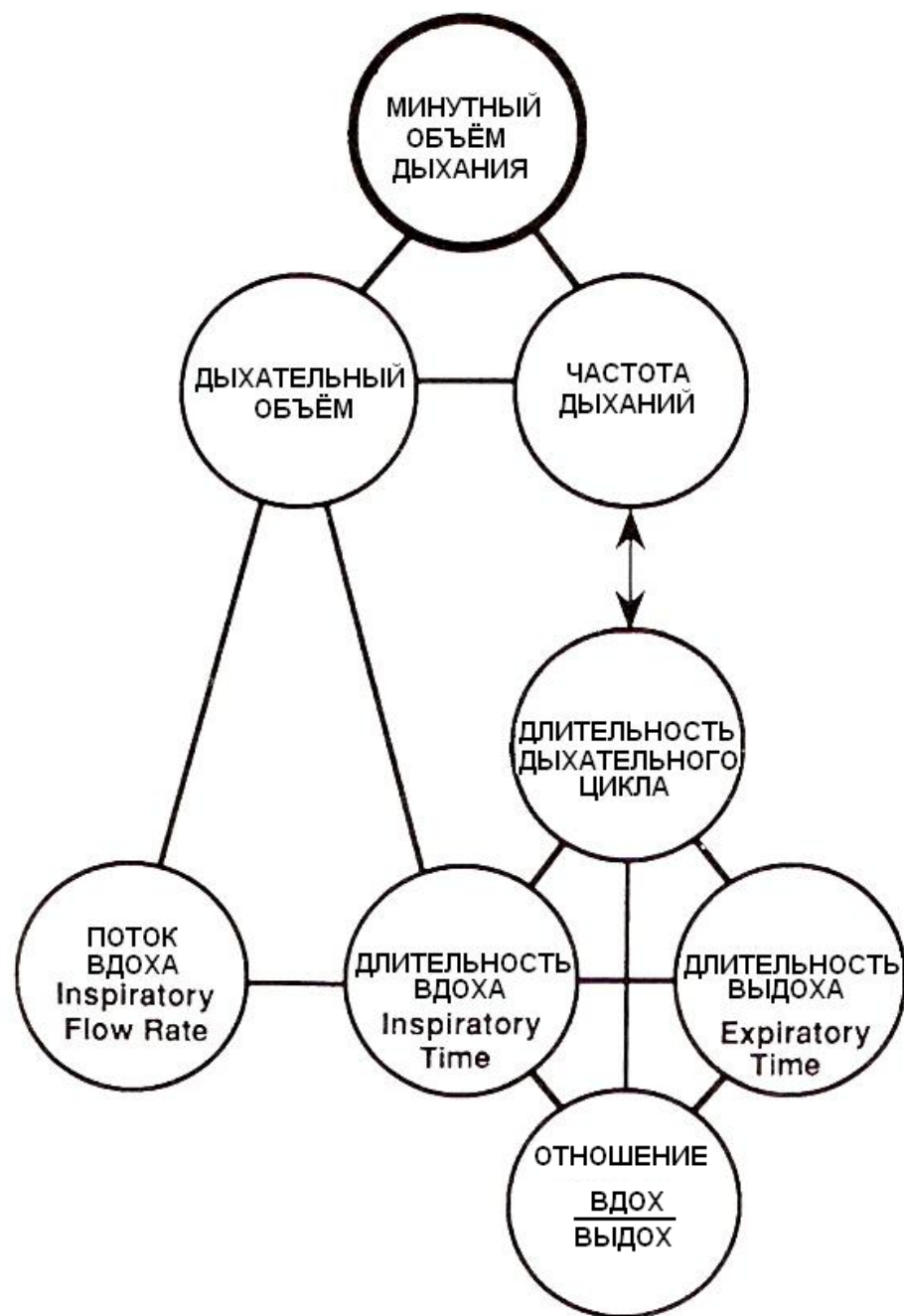
Volume controlled ventilation (VCV)

VC – CMV

или

**Volume controlled –
– continuous mandatory ventilation**

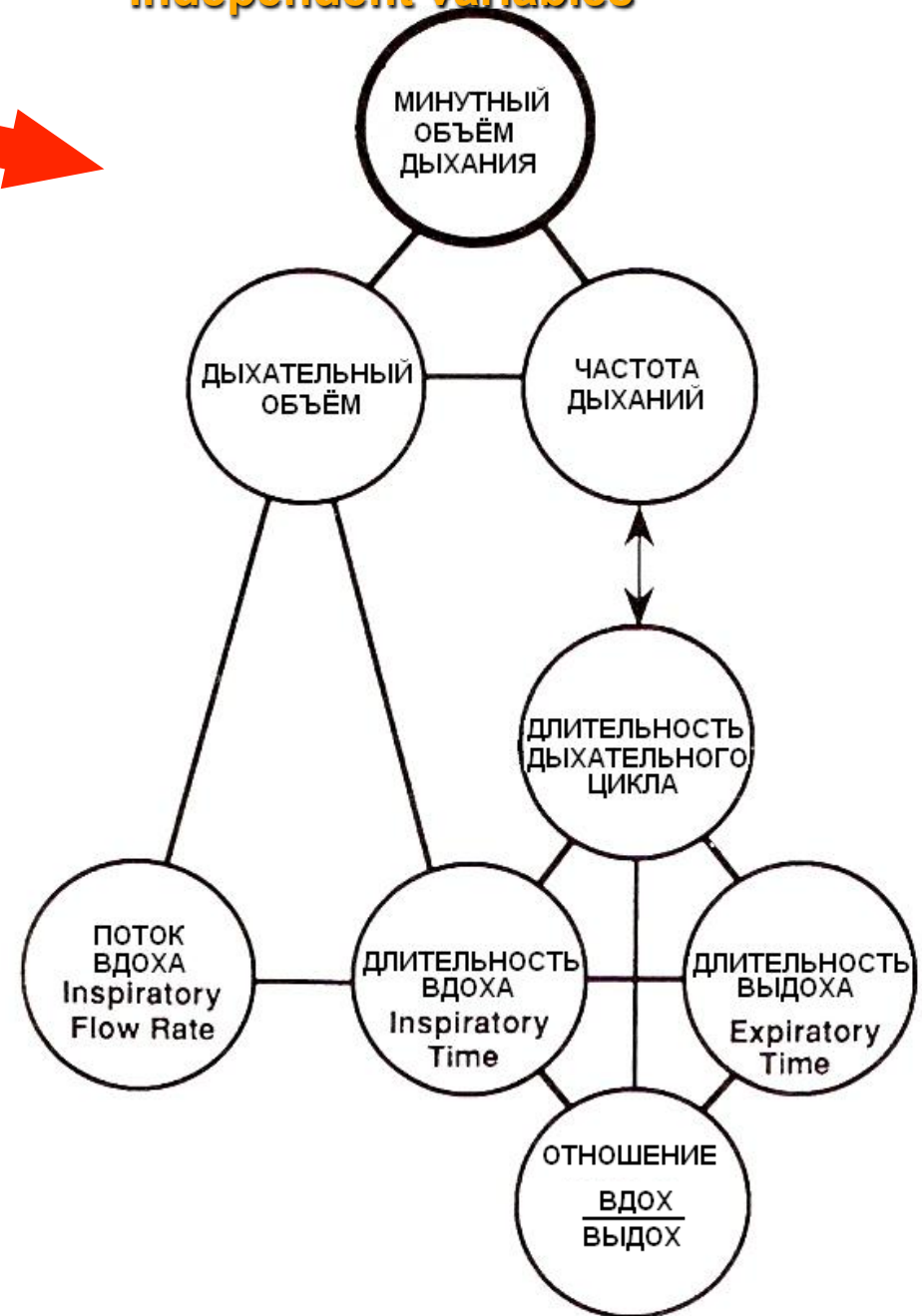
**Минутный объём
вентиляции при
VC – CMV
задаётся при
настройке режима
ИВЛ**



При VC – CMV все
эти параметры
задаются при
настройке режима
ИВЛ

При VC – CMV
давление – зависимый параметр
dependent variable

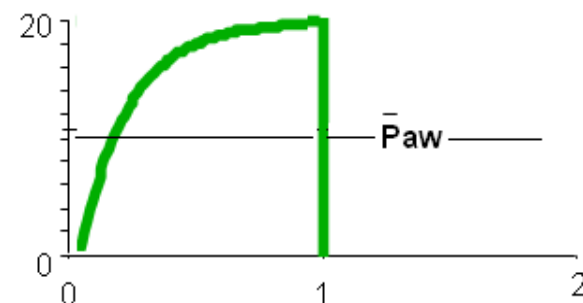
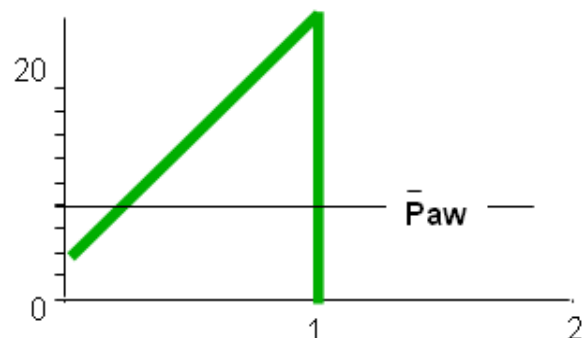
Независимые параметры
Independent variables



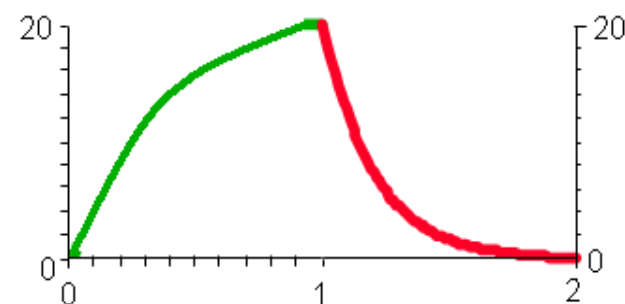
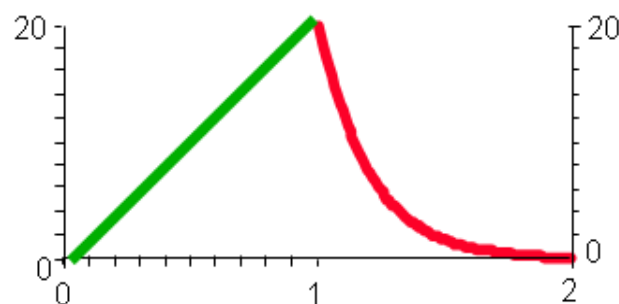
Volume/Flow Control Volume/Flow Control

ОБЪЕДИНЕНИЕ ПОНЯТИЙ $V_T = \dot{V} \cdot T_i$

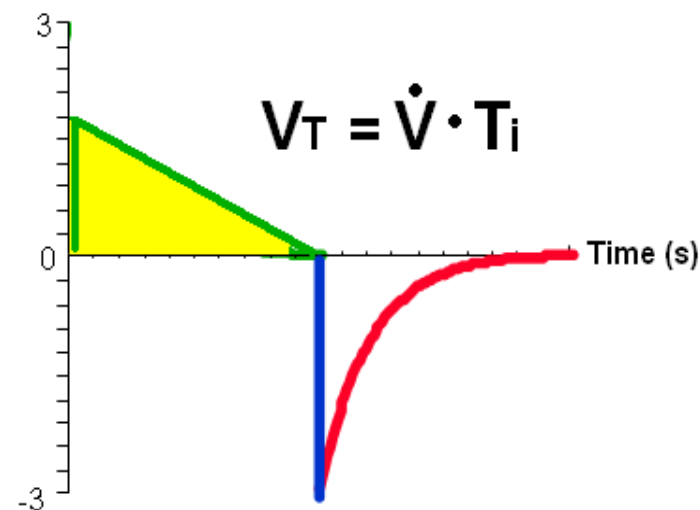
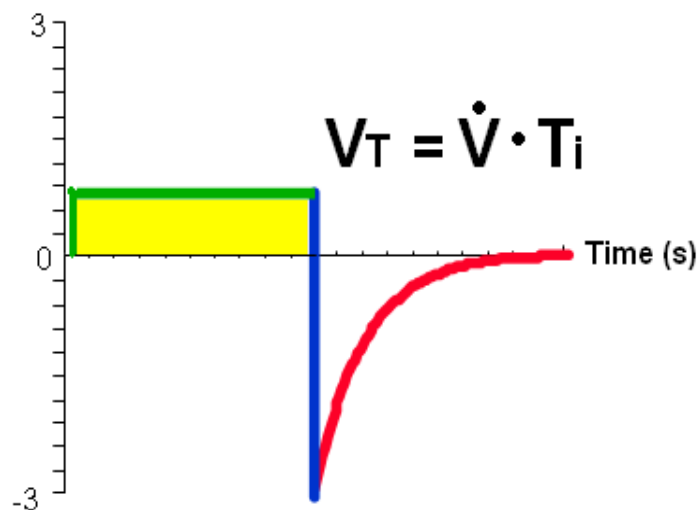
Pressure



Volume

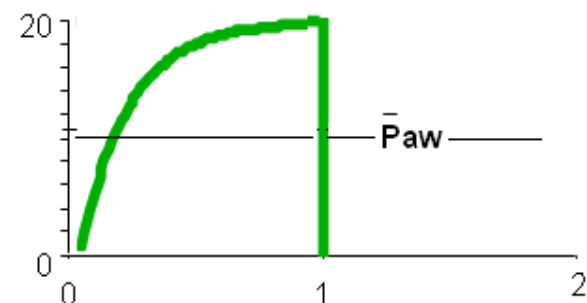
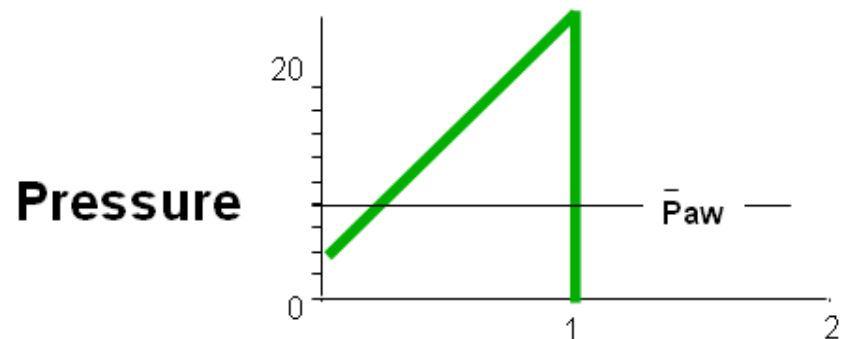


Flow

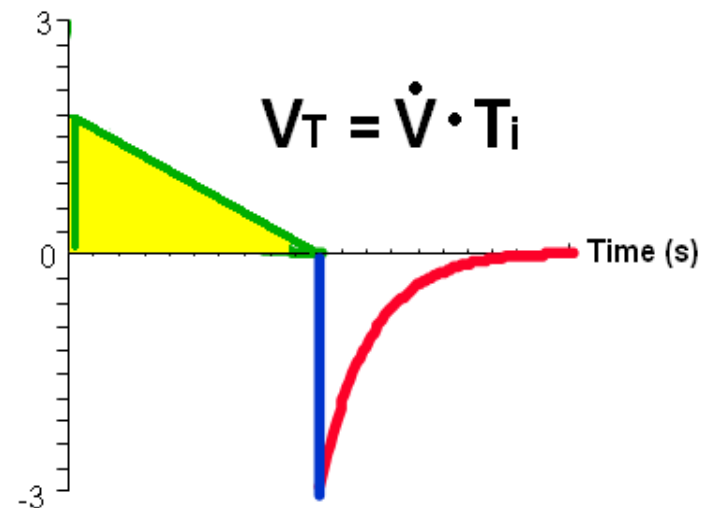
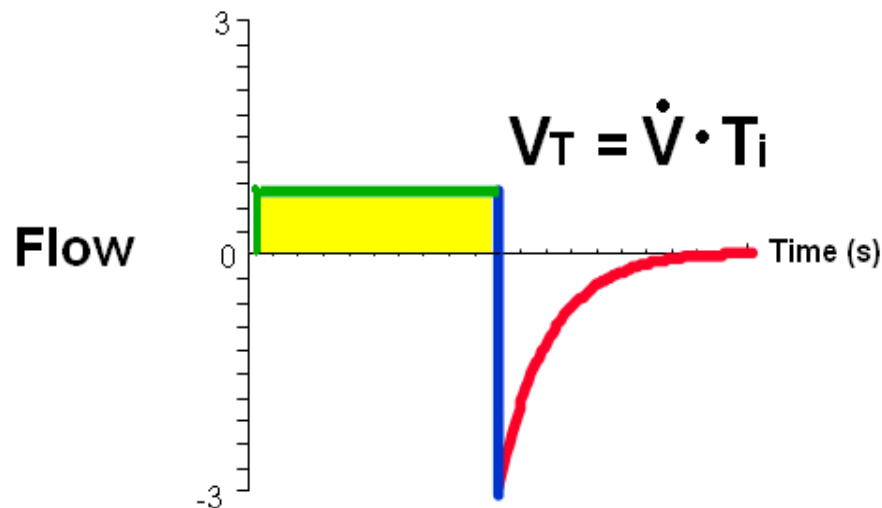


Volume/Flow Control Volume/Flow Control

ОБЪЕДИНЕНИЕ ПОНЯТИЙ $V_T = \dot{V} \cdot T_i$



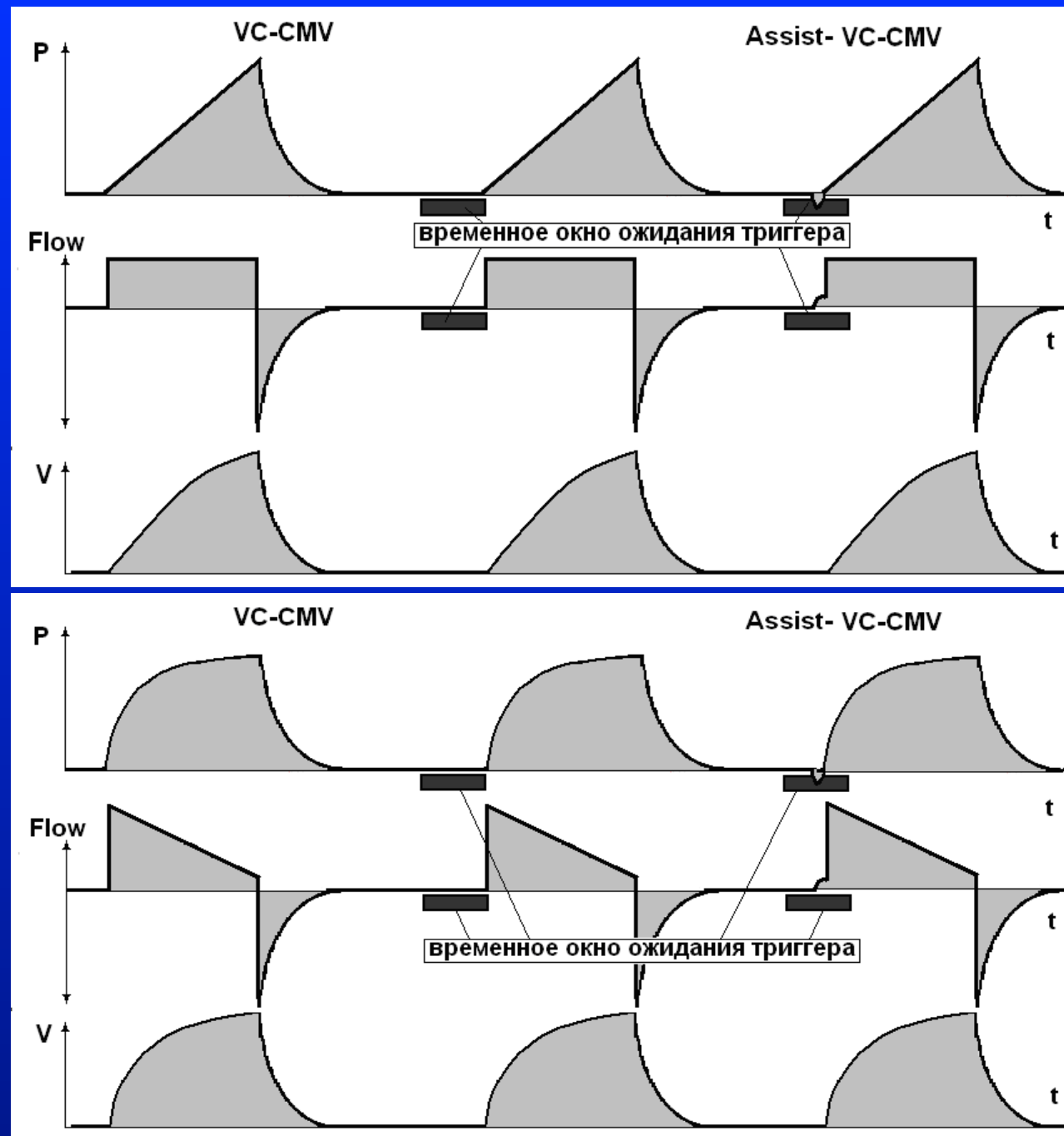
Форма кривой давления и MAP зависят от того как доставлен объём т.е. , от того как меняется поток во время вдоха



VC- CMV Assist - VC- CMV

При VC – CMV
давление –
– зависимый параметр
dependent variable

От чего зависит
давление ?



Достоинства и недостатки VCV

При **Volume controlled ventilation (VCV)** аппарат ИВЛ, несмотря ни на какие обструктивные и рестриктивные изменения в респираторной системе, за установленное время вдувает в легкие пациента заданный объём (**Tidal volume**).

Проблема возникает, если при этом аппарат ИВЛ будет создавать опасное давление в дыхательных путях.

Достоинства и недостатки VCV

- Достоинства – стабильные дыхательный и минутный объёмы вентиляции
- Недостатки – угроза баротравмы, волюмотравмы, меньше комфорта, труднее синхронизация

Управление по давлению

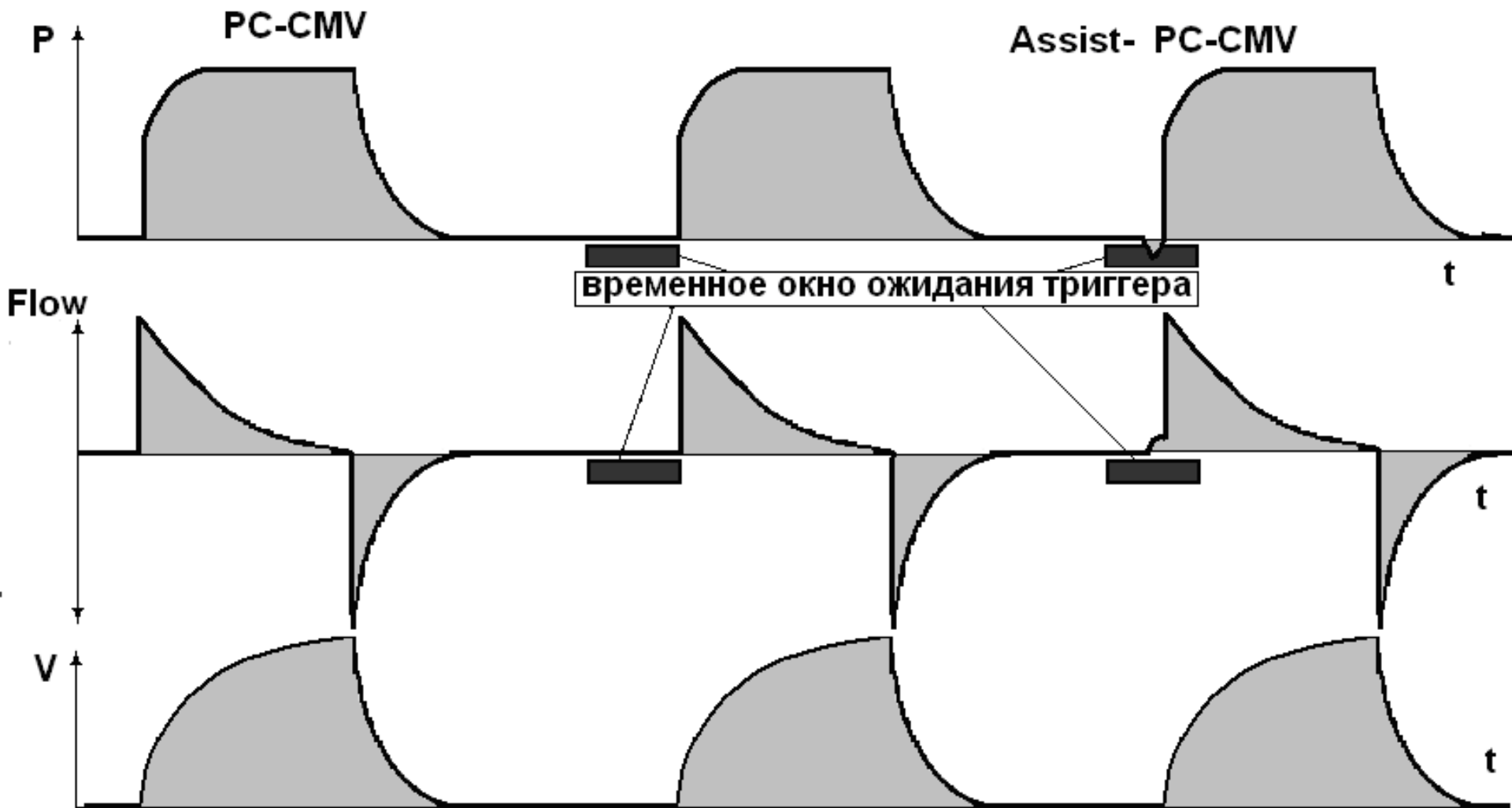
Pressure controlled ventilation (PCV)

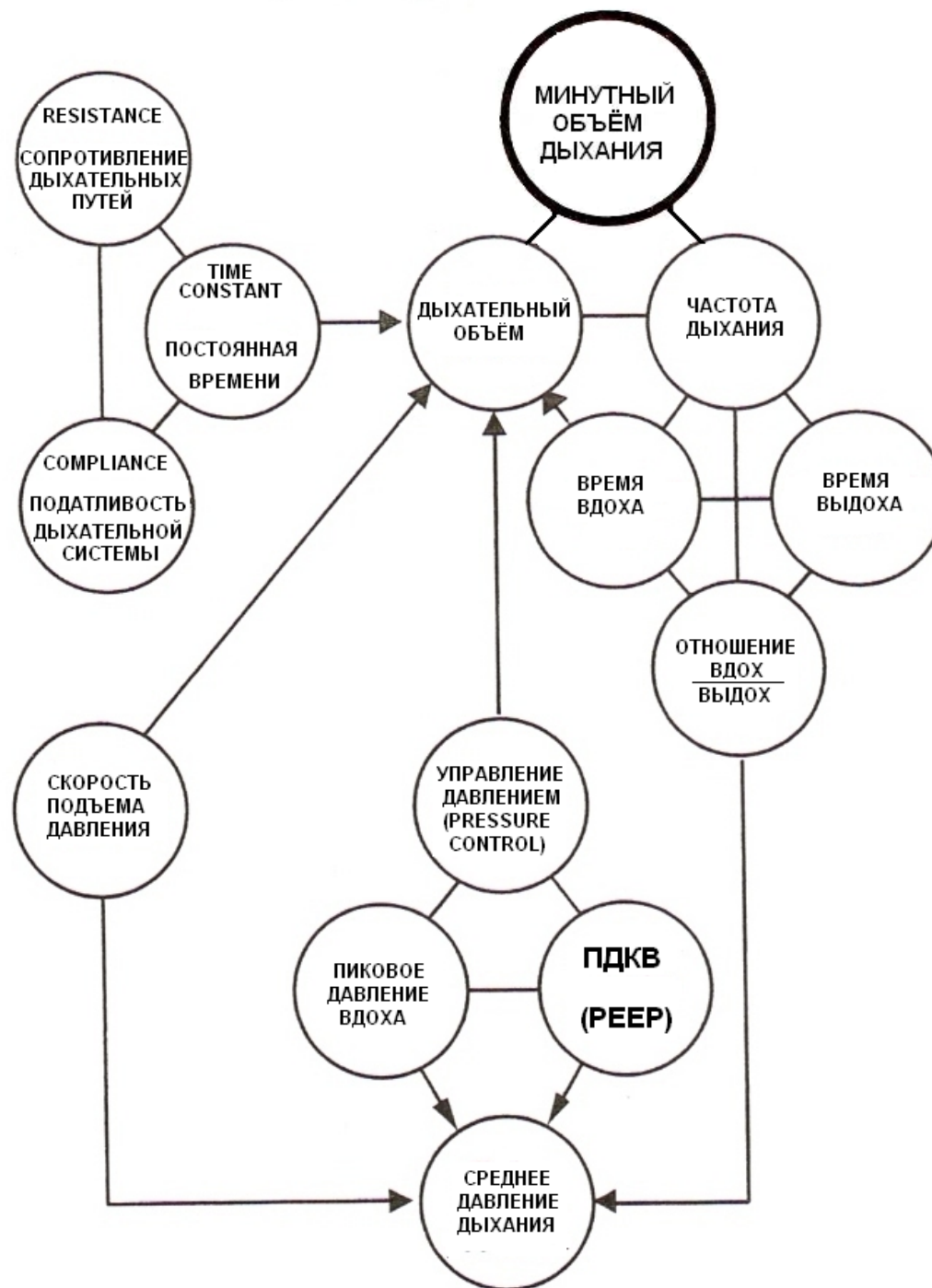
РС – CMV

или

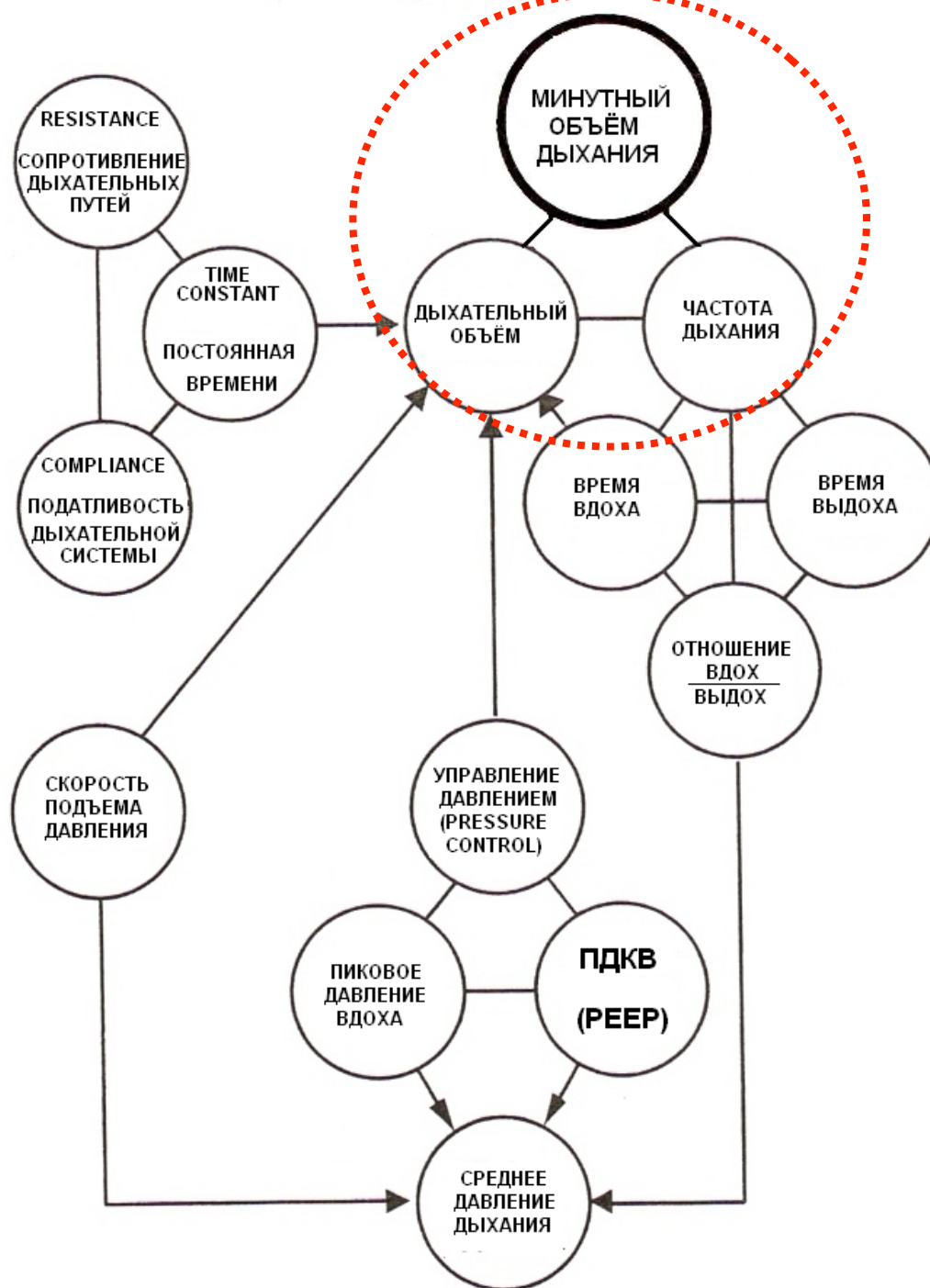
**Pressure controlled –
– continuous mandatory ventilation**

Под знаком CMV



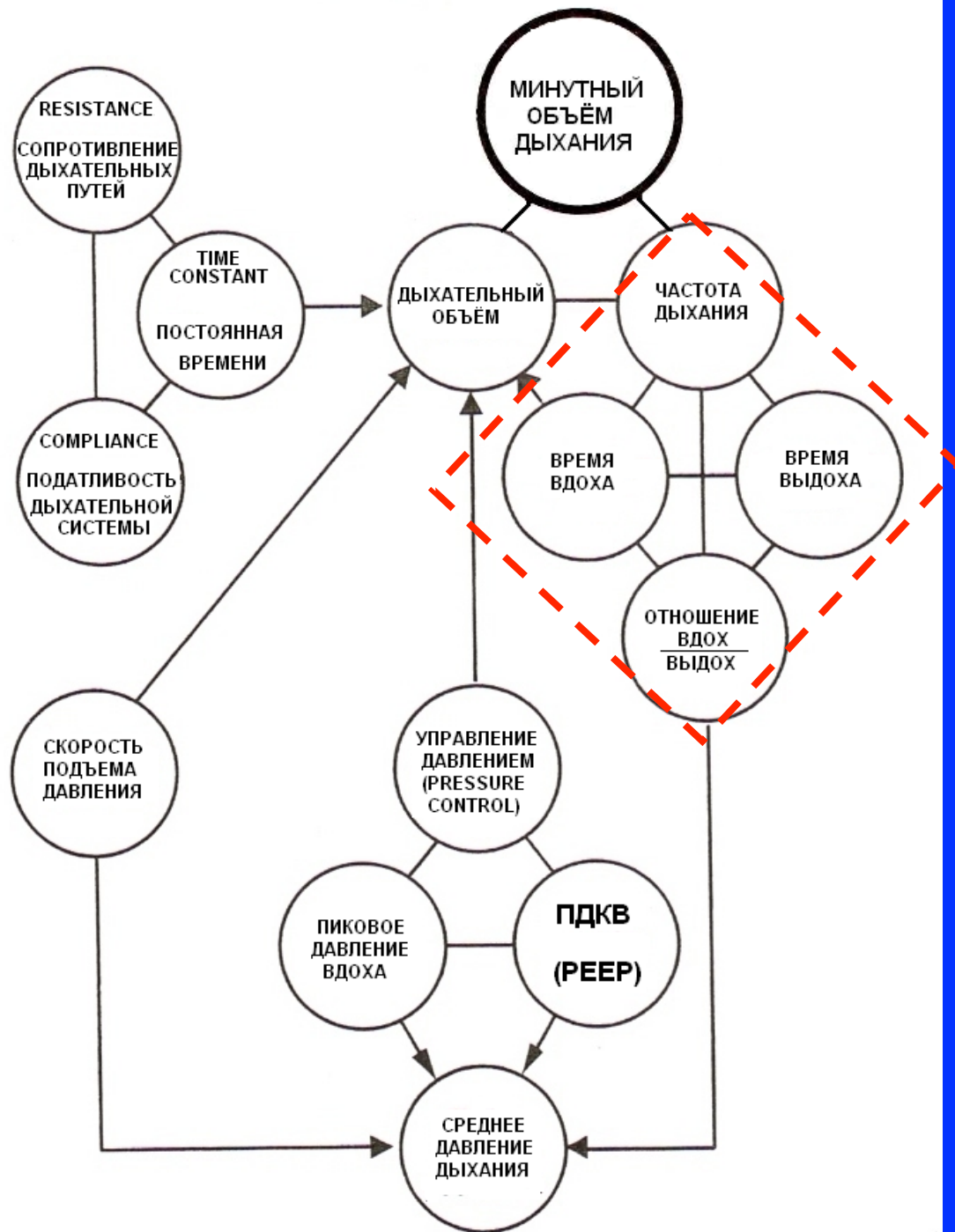


**Минутный
объём
вентиляции при
РС – CMV
Зависит от
состояния
респираторной
системы
пациента и
параметров
режима ИВЛ**

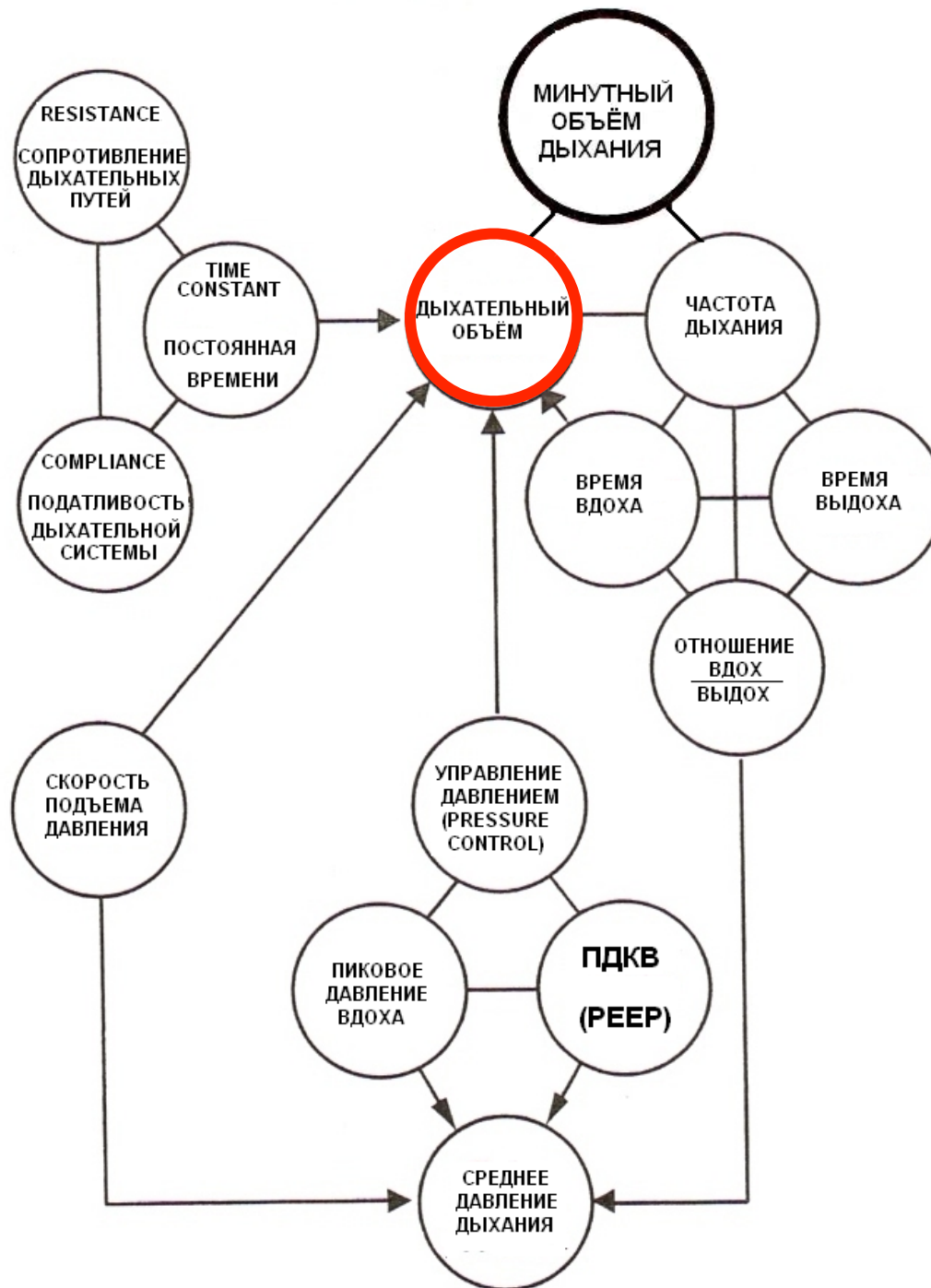


**Минутный
объём
вентиляции при
РС – CMV**

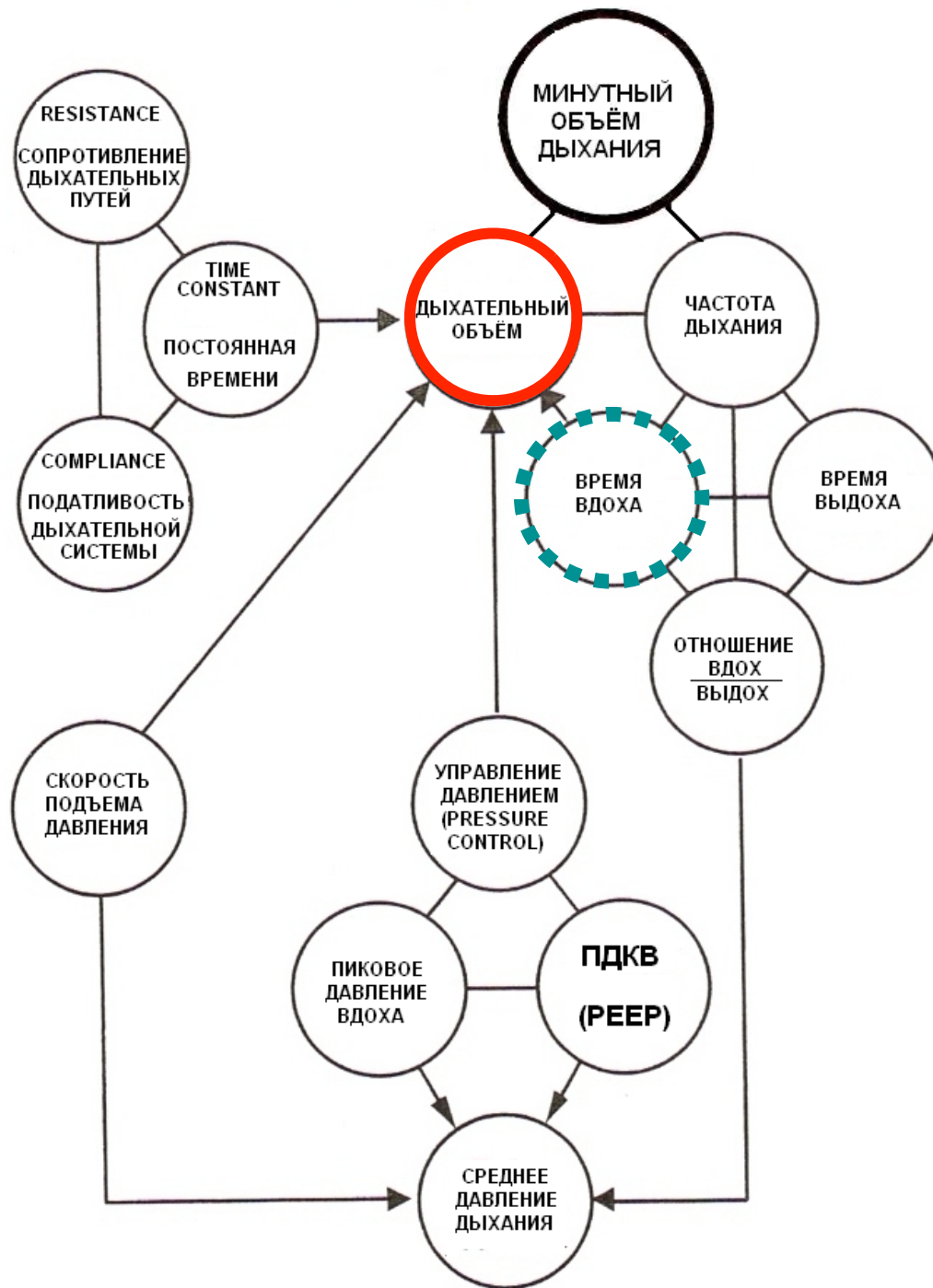
$$V_{\text{min}} = V_t * f$$



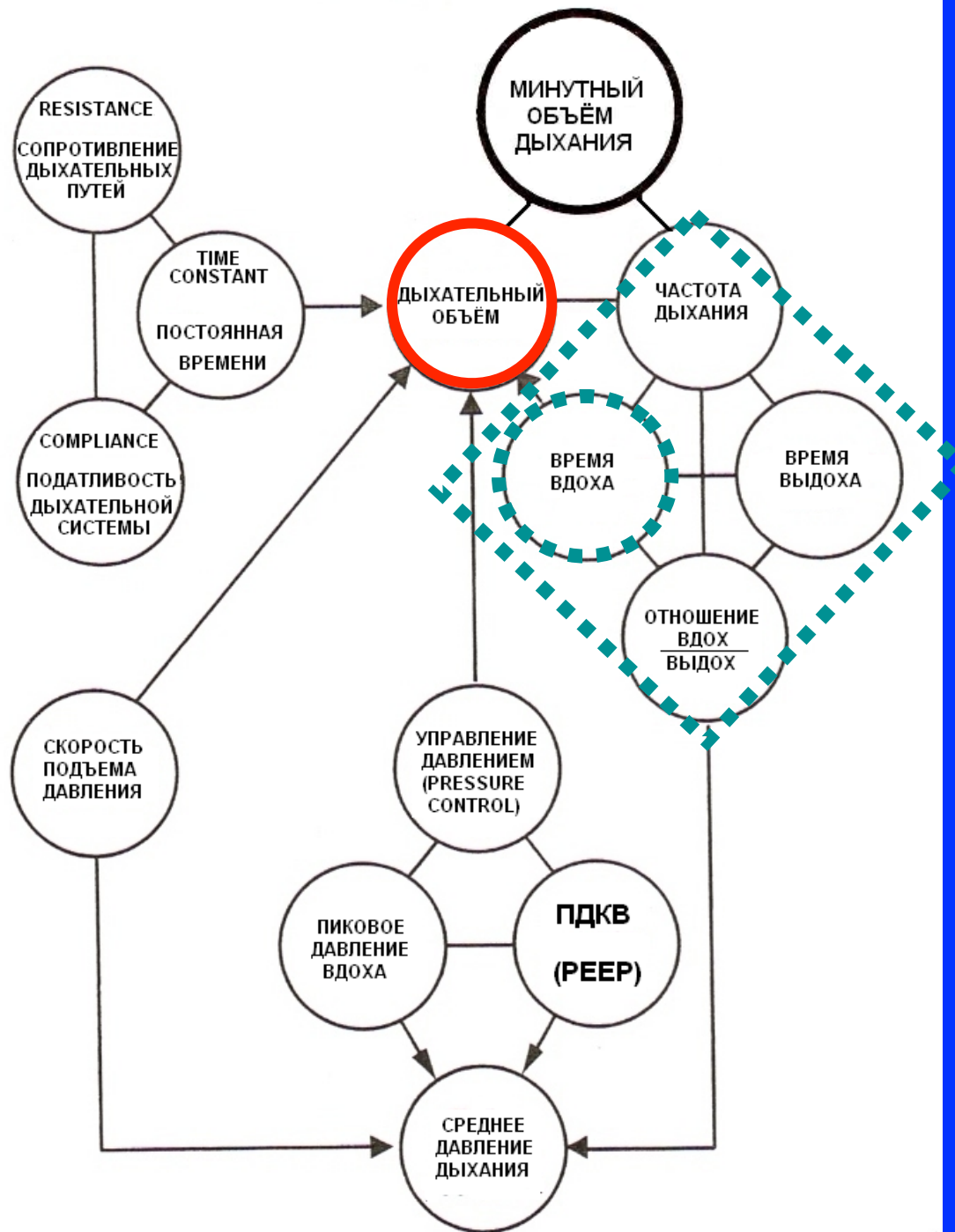
**Частота вдохов
зависит от
длительности
дыхательного
цикла**



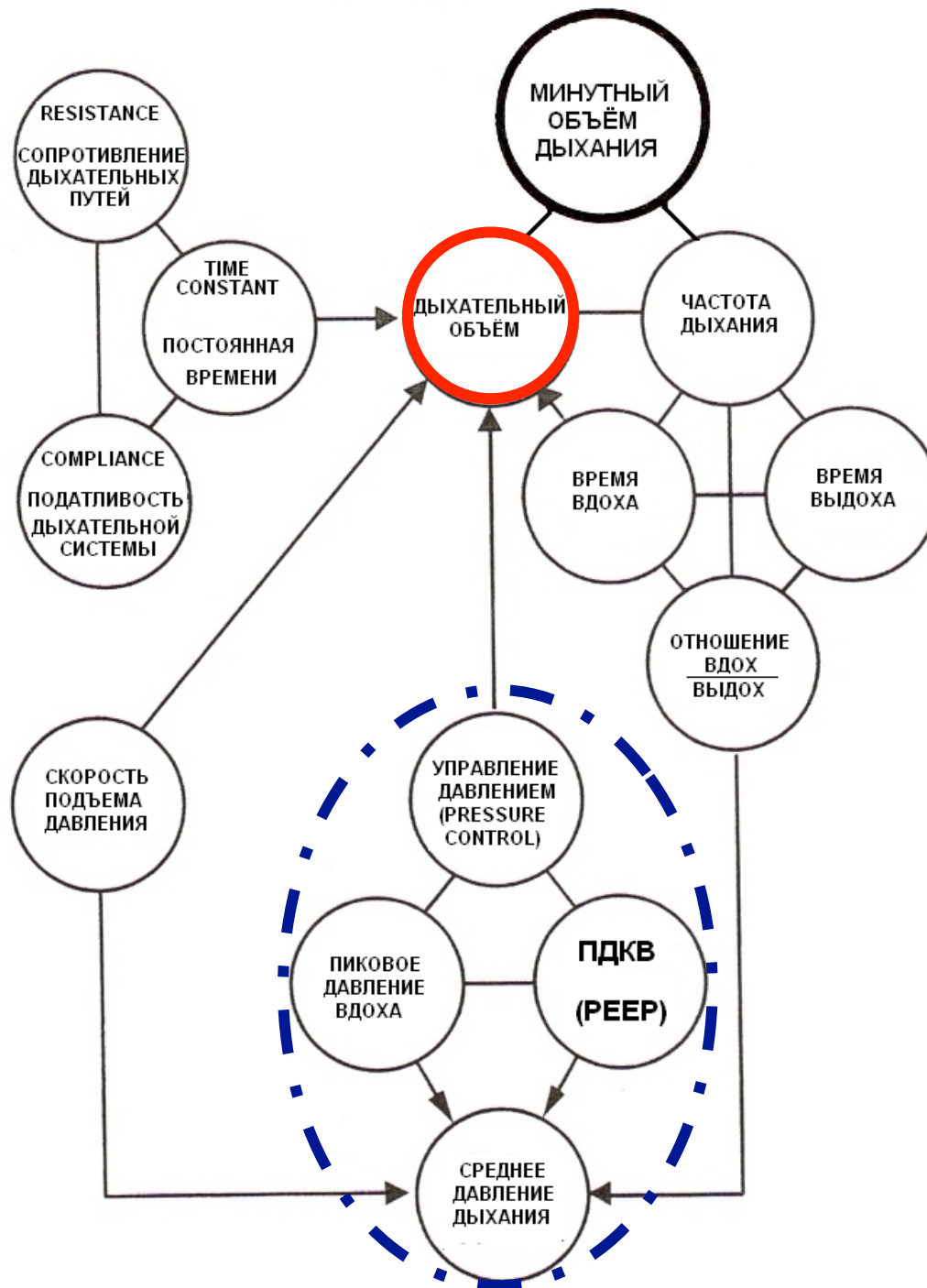
**Дыхательный
объём
при
РС – CMV
зависит от
состояния
респираторной
системы
пациента и
параметров
режима ИВЛ
(от всего)**



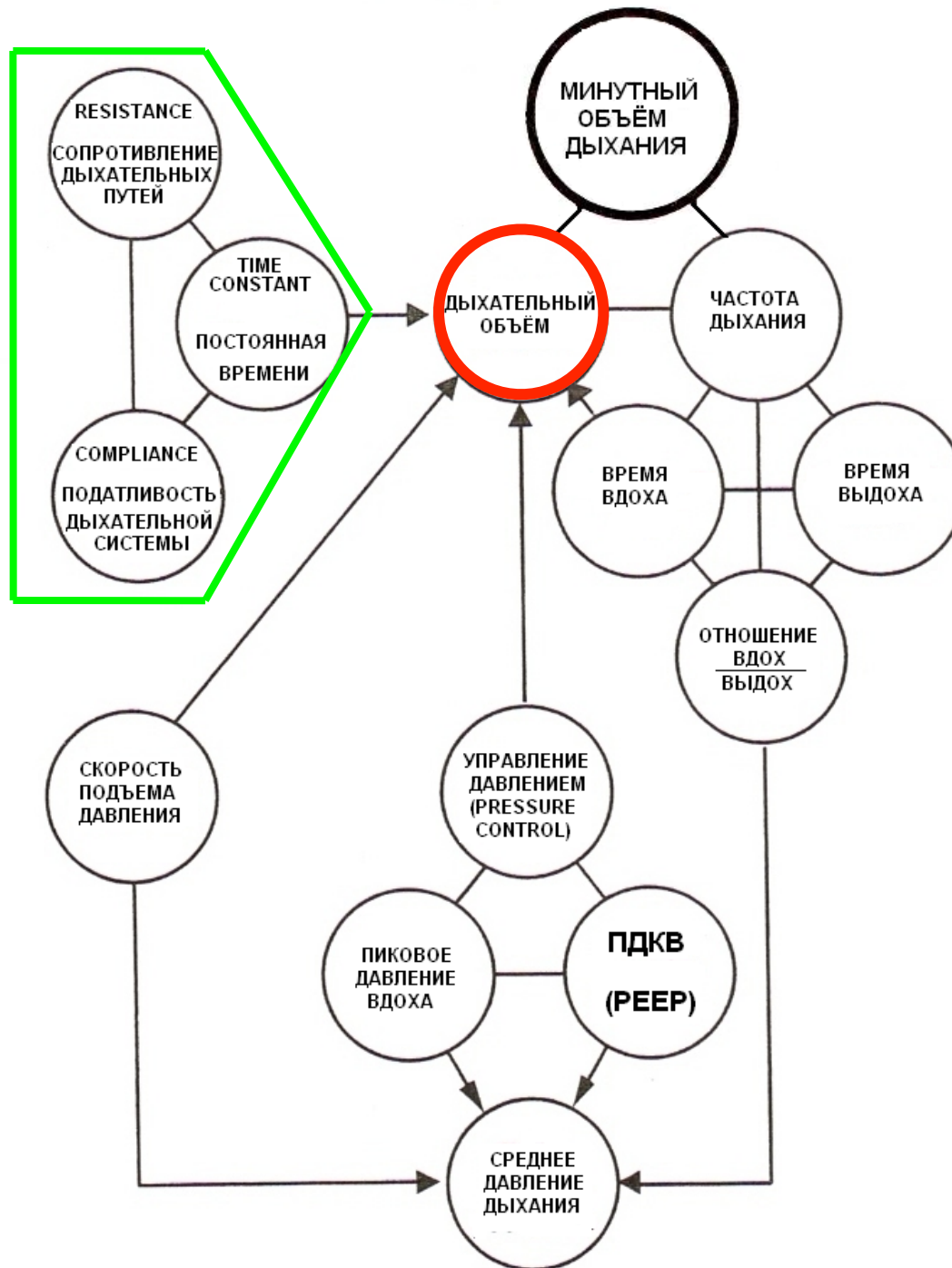
**Дыхательный
объём
при PC – CMV
зависит от
длительности
вдоха**



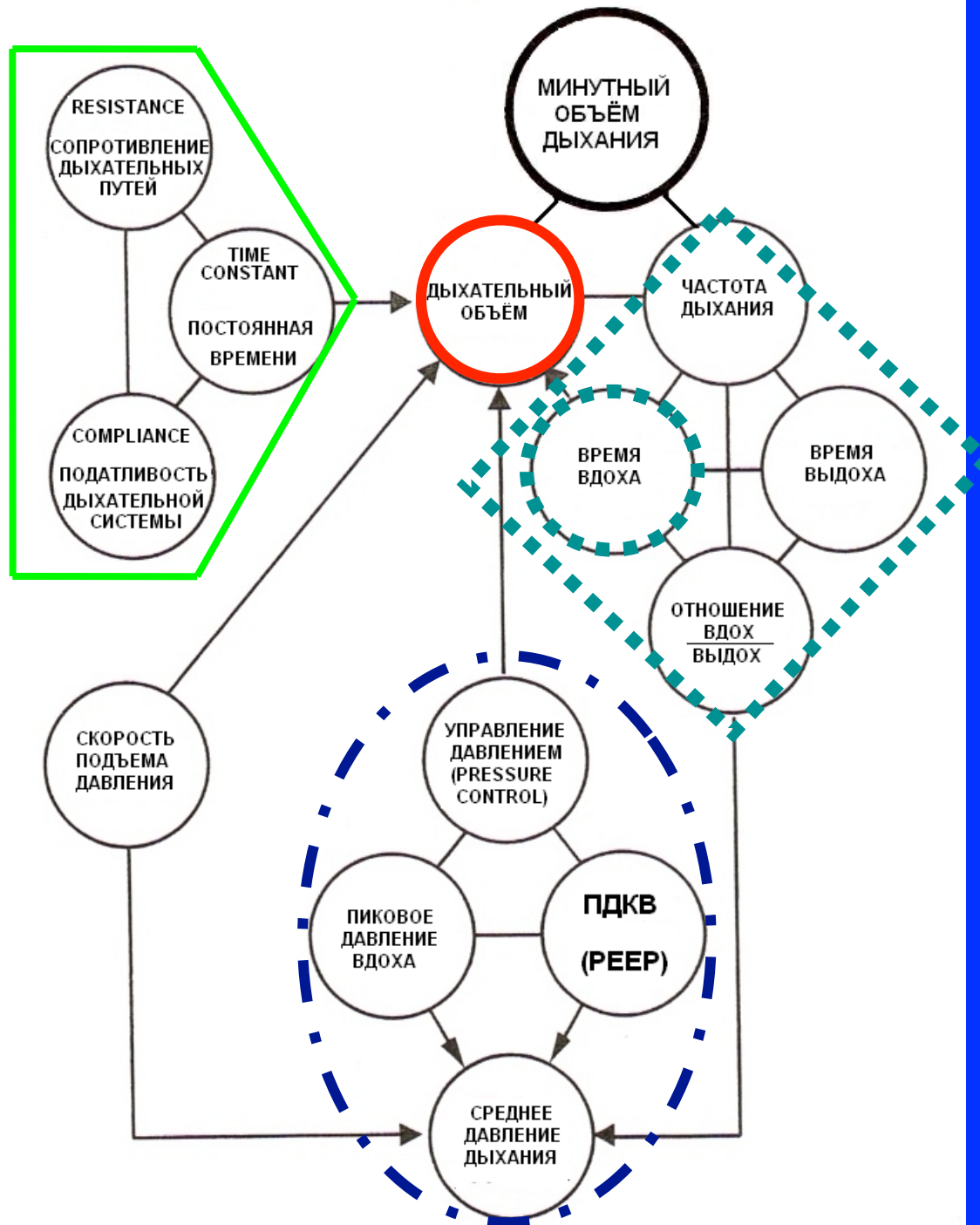
**Длительность
вдоха
зависит от
частоты
дыханий и
длительности
выдоха**



**Дыхательный
объём
при PC – CMV
зависит от
давления вдоха
(параметров
режима ИВЛ)**



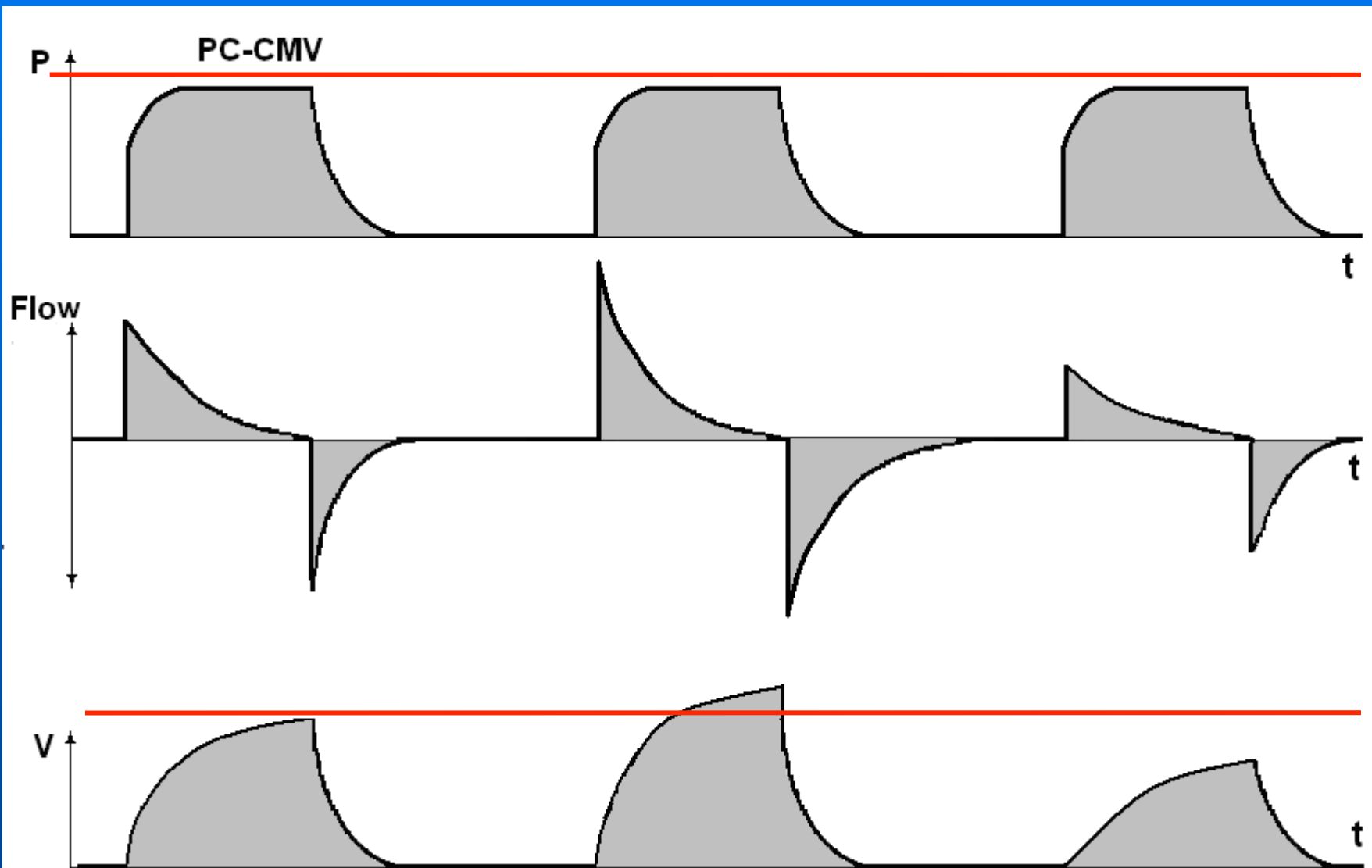
**Дыхательный
объём
при
РС – CMV
зависит от
состояния
респираторной
системы
пациента**



**Дыхательный
объём
при
PC – CMV
зависит от
Всего**

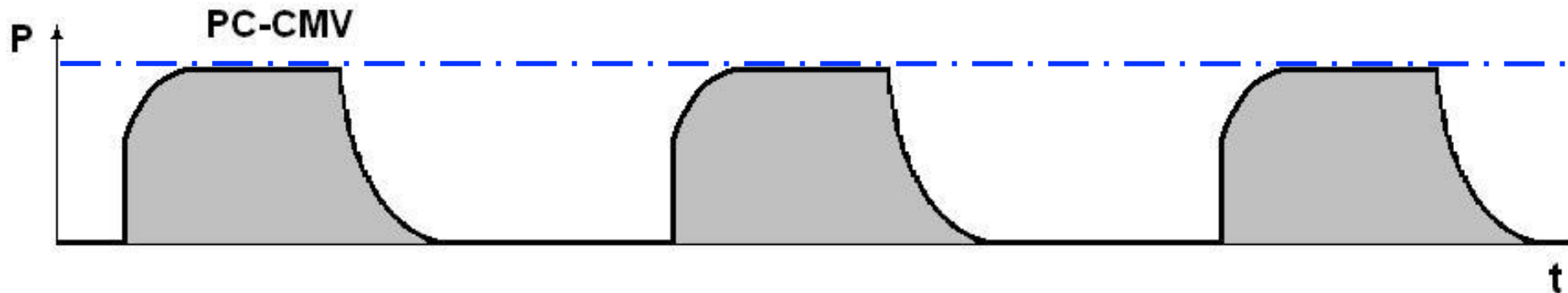
Дыхательный объём при РС – CMV

Зависит от состояния респираторной системы пациента и параметров режима ИВЛ



Дыхательный объём при РС – CMV

Зависит от состояния респираторной системы пациента и параметров режима ИВЛ

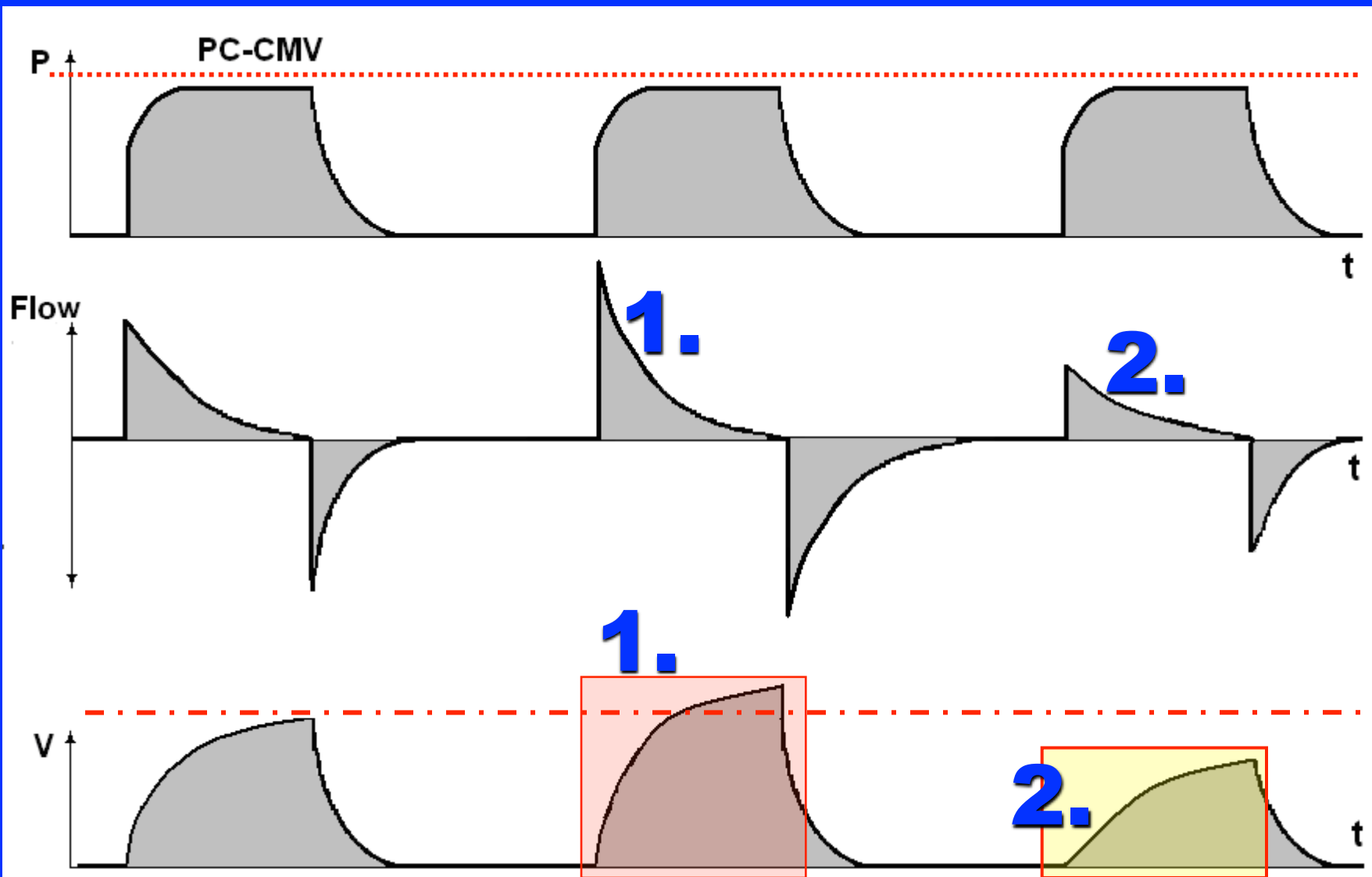


Установлено давление вдоха
на графике давления всё ОК,

А что с объёмом?

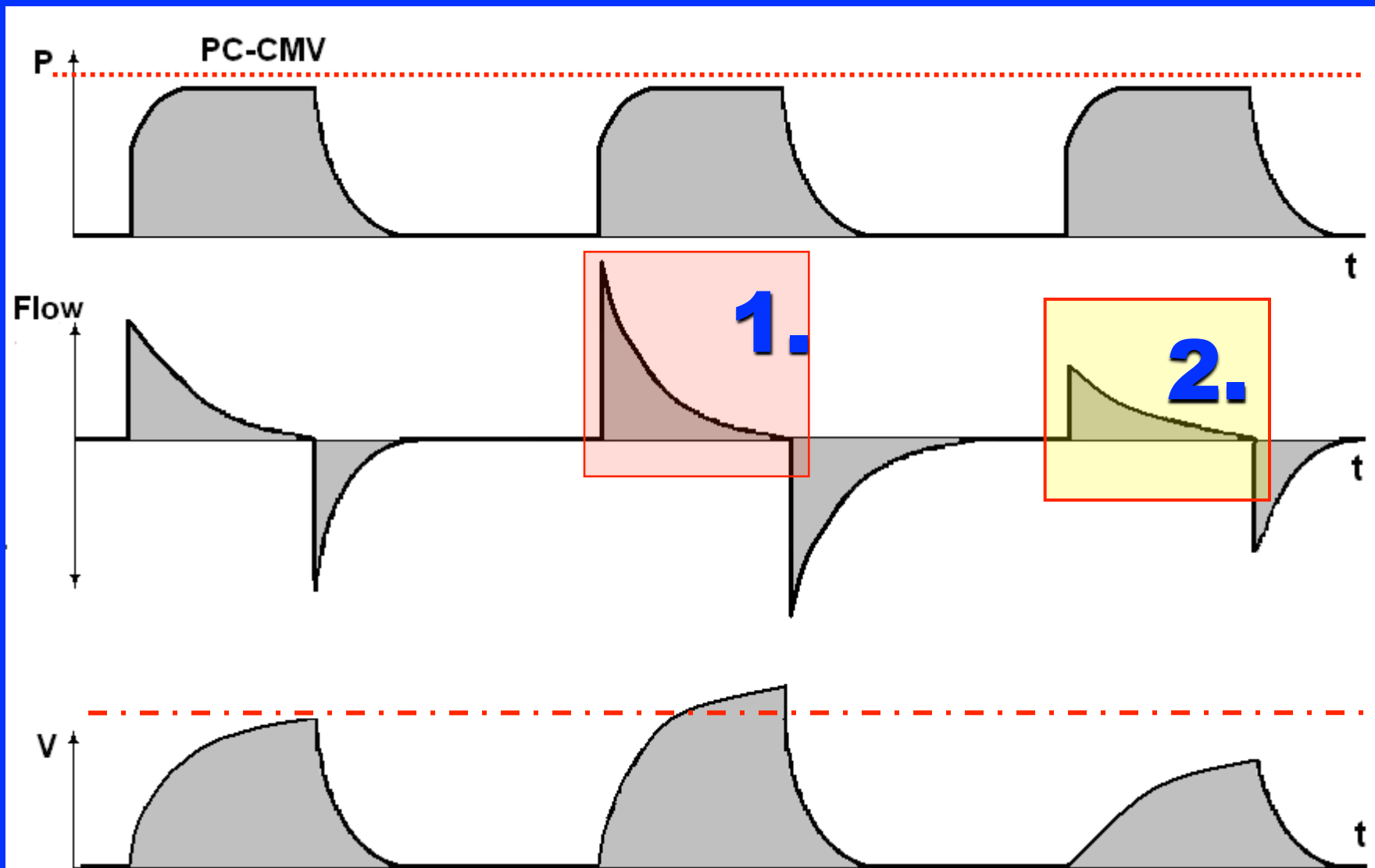
Дыхательный объём при РС – CMV

Зависит от состояния респираторной системы пациента и параметров режима ИВЛ



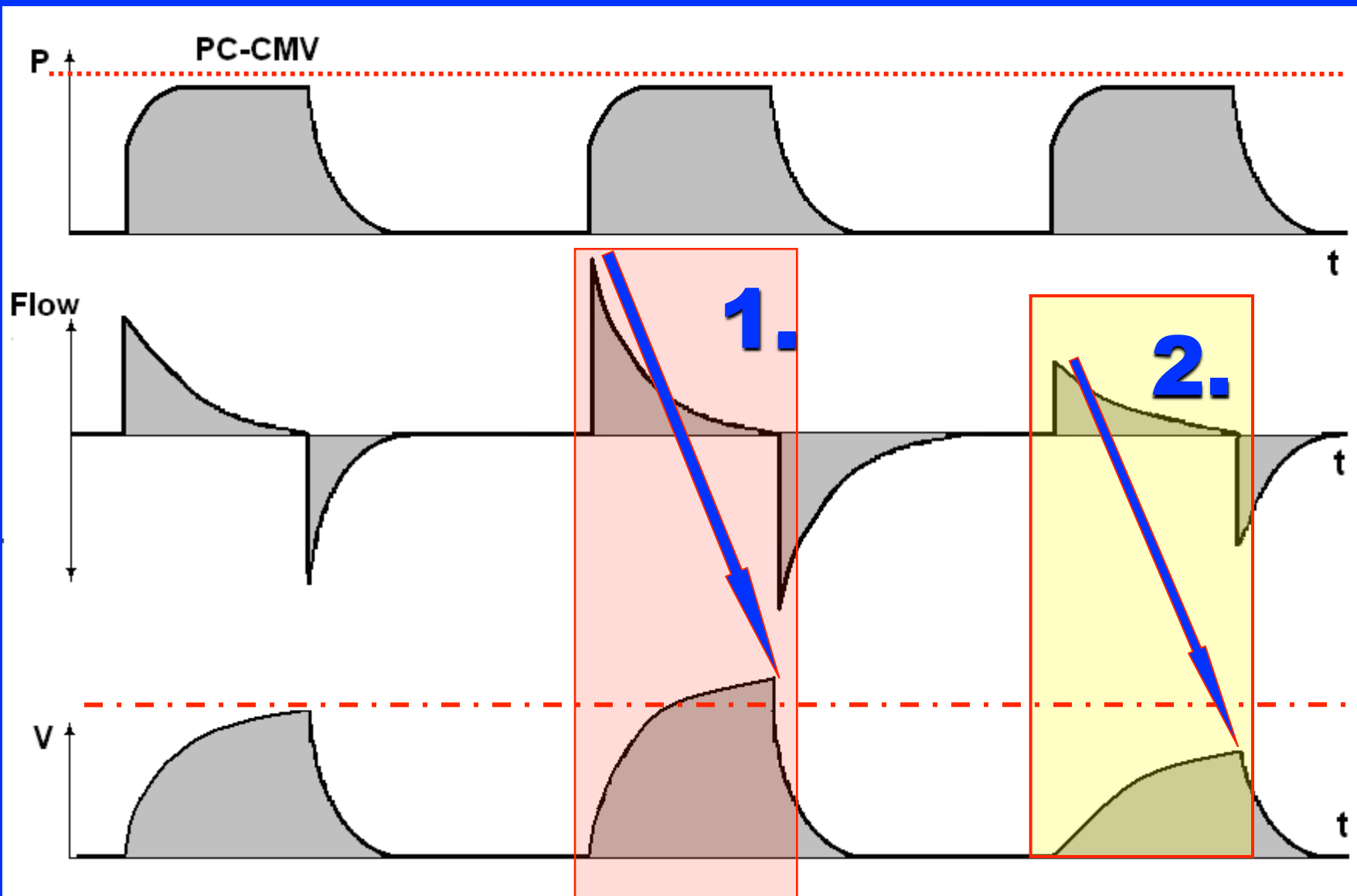
Дыхательный объём при РС – CMV

Зависит от состояния респираторной системы пациента и параметров режима ИВЛ



Дыхательный объём при РС – CMV

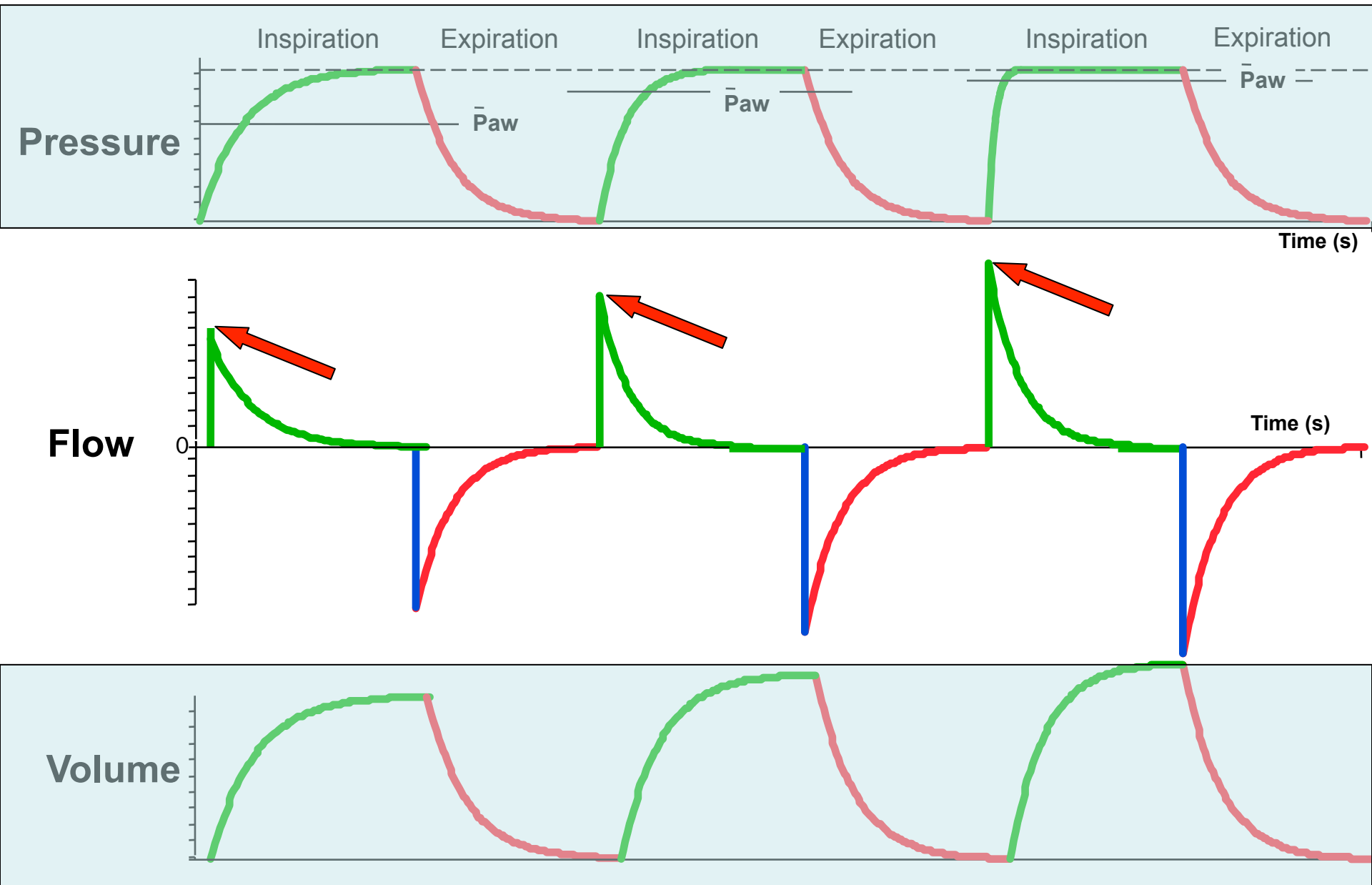
Зависит от состояния респираторной системы пациента и параметров режима ИВЛ



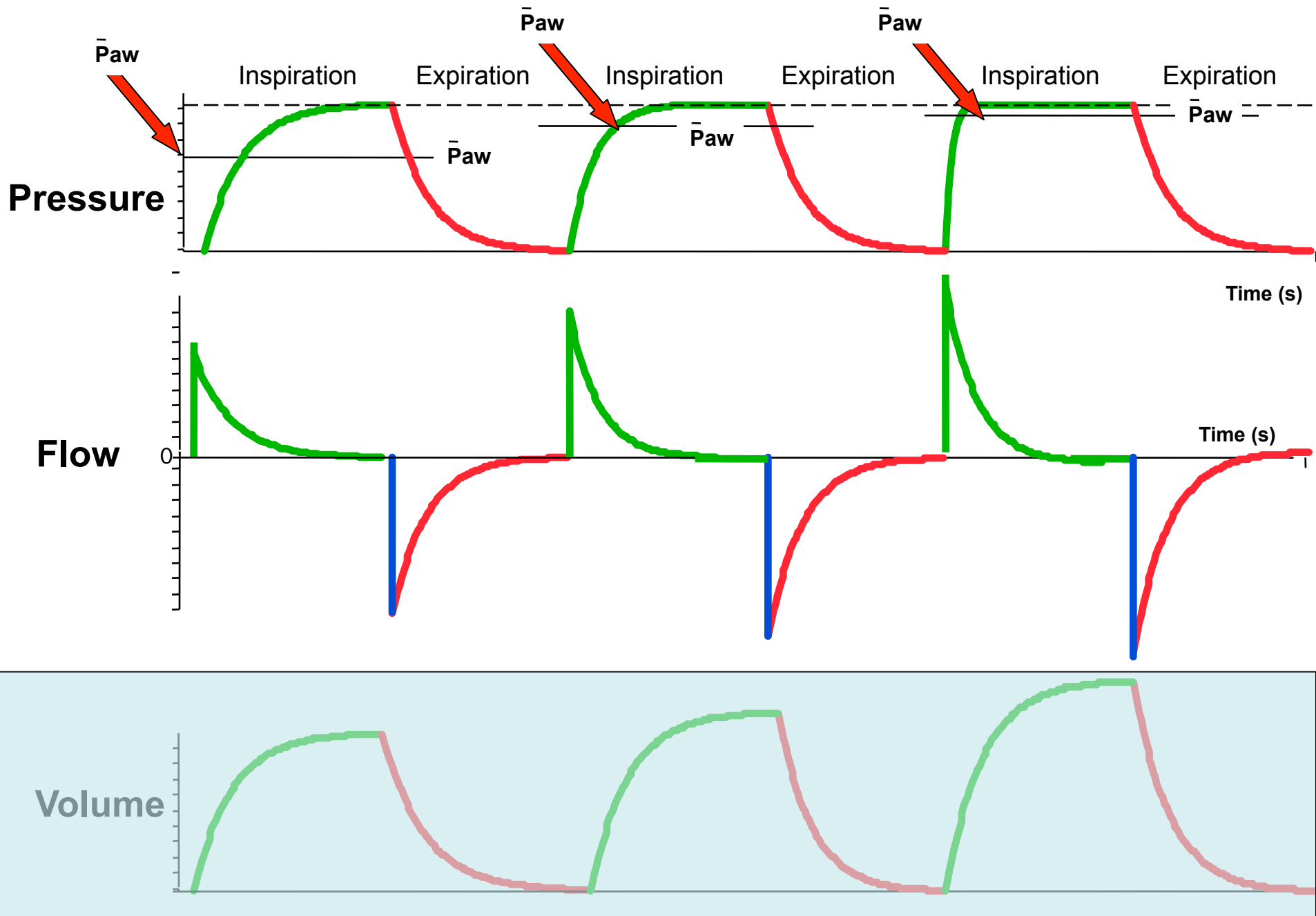
Нарастание потока

**Как меняется давление и объём вдоха
при изменении скорости потока?**

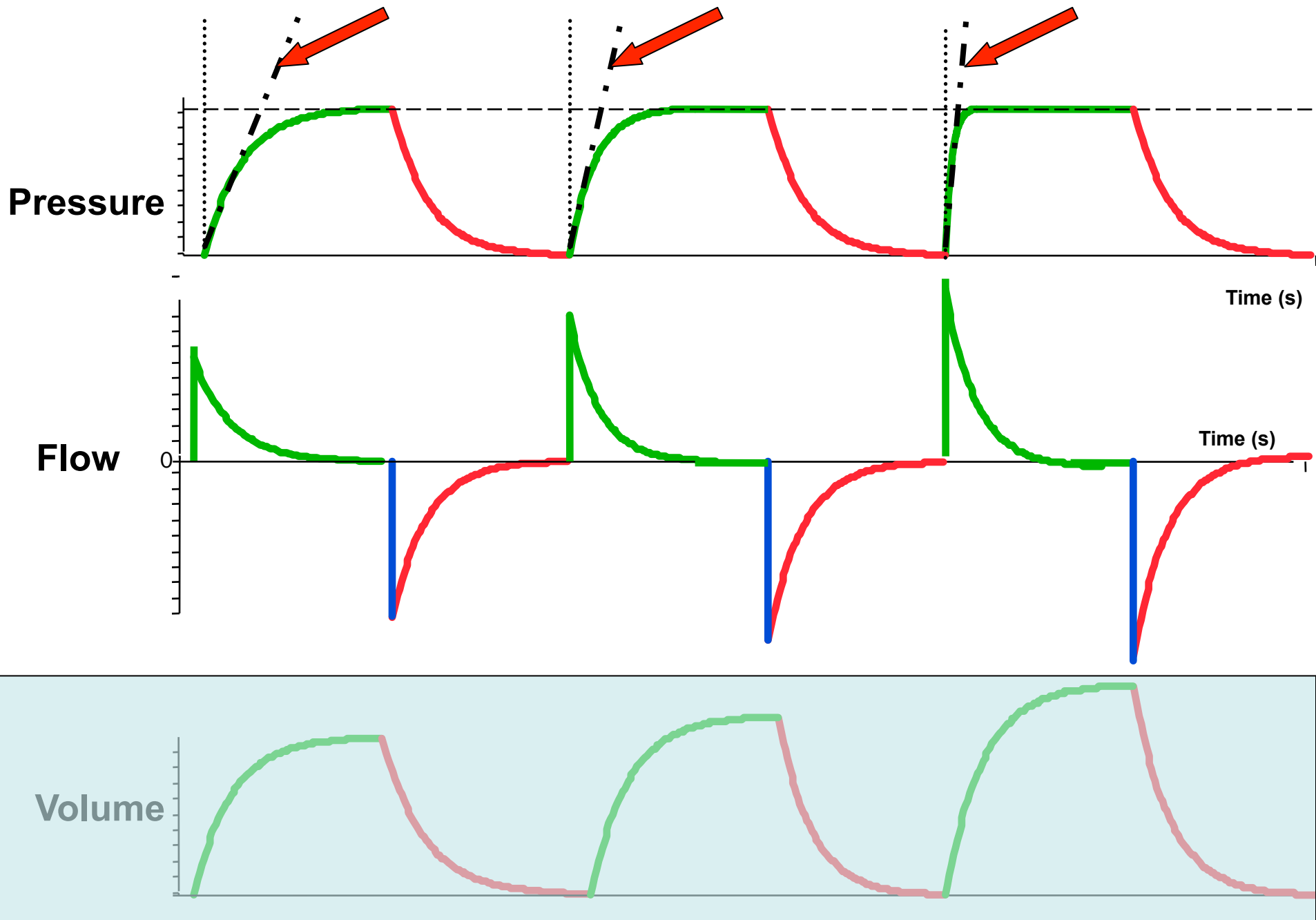
Pressure Control



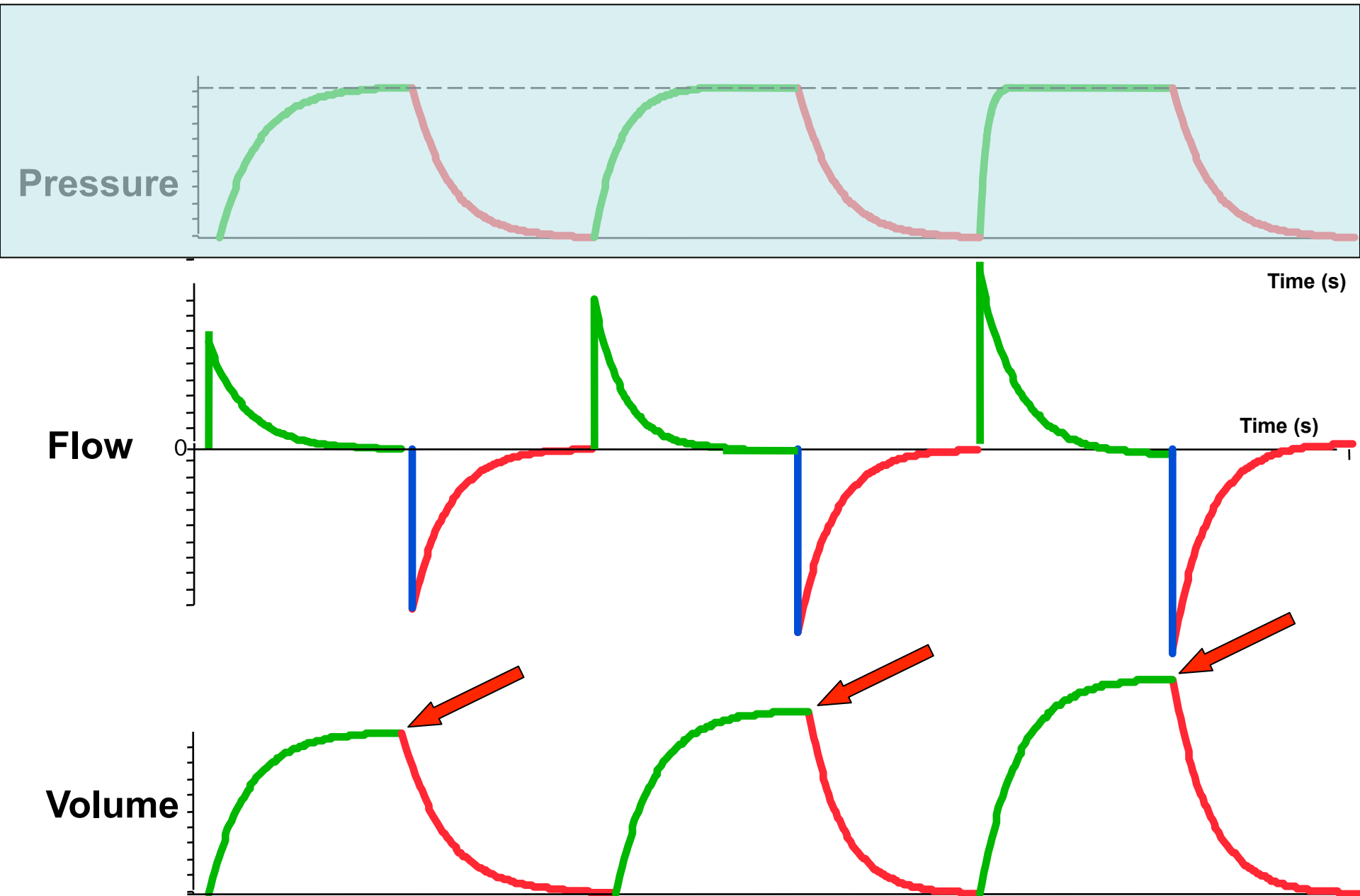
Pressure Control



Pressure Control



Pressure Control

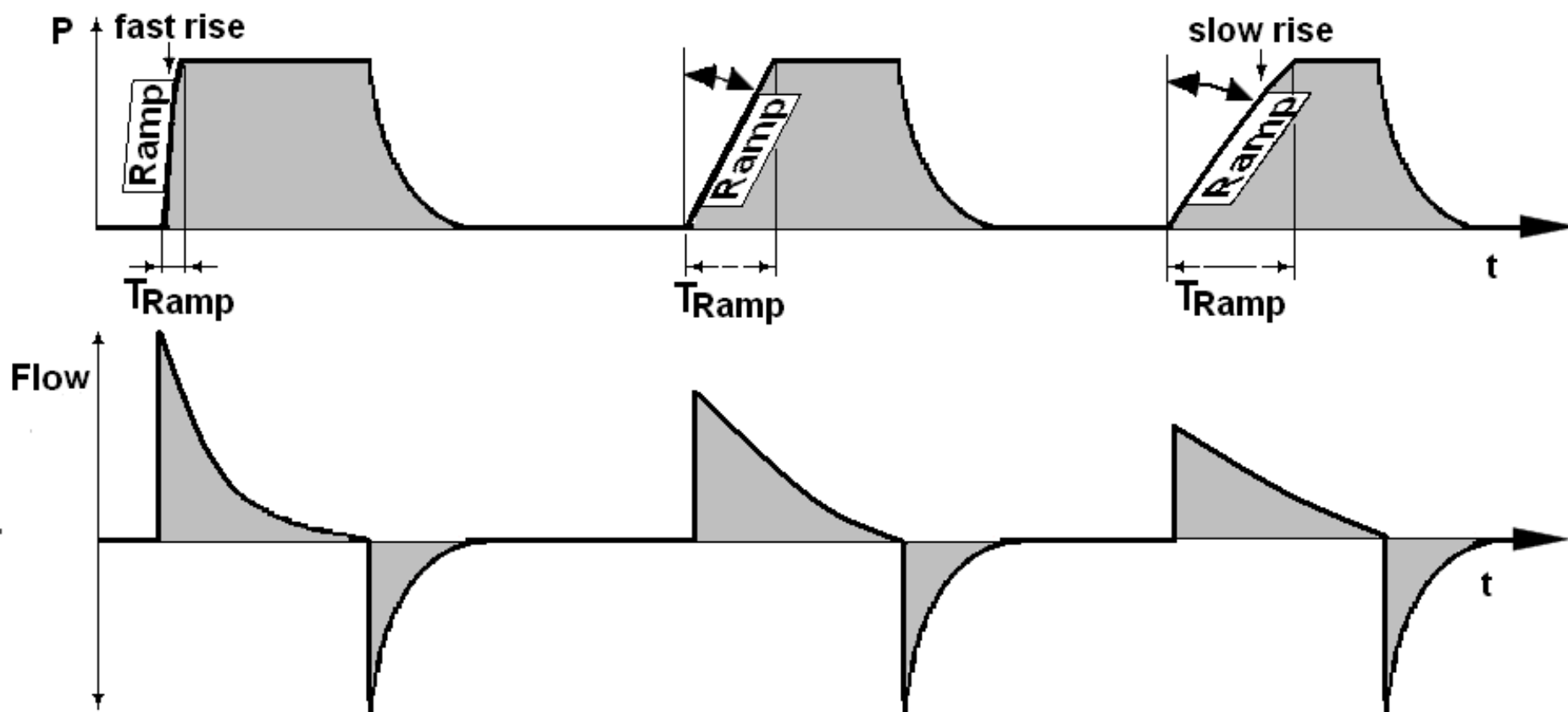


Названия

- **Rise Time**
- **Rise Time Factor**
- **Tramp (Time ramp, Ramp time)**
- **Flow acceleration factor**

БЫСТРЫЙ ПОДЪЁМ ДАВЛЕНИЯ

МЕДЛЕННЫЙ ПОДЪЁМ ДАВЛЕНИЯ



Скорость достижения уровня давления поддержки по-английски называется **Time ramp**. Чем выше скорость (меньше время), тем круче график давления. Если установлена высокая скорость подъёма, аппарат ИВЛ начинает поддержку вдоха высоким пиковым потоком. Для того, чтобы скорость подъёма давления была небольшой, а график давления пологим, аппарат ИВЛ для поддержки вдоха использует меньший поток.

Flow acceleration factor

Скорость перехода с уровня РЕЕР на уровень давления вдоха задаётся с помощью коэффициента или множителя (factor), выраженного в процентах. По-английски называется **Rise Time Factor** или **Flow acceleration factor** (ускорение потока). Главное запомнить, чем больше этот коэффициент, тем круче подъём кривой давления. Выбор от 1% до 100%. При настройке режима аппарат предлагает выбрать 50%. В инструкции к «РВ-840» на русском языке этот коэффициент назван **«процент времени роста»**.

Достоинства и недостатки PCV

При **Pressure controlled ventilation (PCV)** аппарат ИВЛ, строго выдерживает предписанное давление в течение времени вдоха.

Проблема возникает, если меняются свойства респираторной системы пациента
(Resistance и/или Compliance).

Достоинства и недостатки PCV

- Достоинства – больше комфорта, легче синхронизация, меньше угроза баротравмы, волюмотравмы
- Недостатки – нестабильные дыхательный и минутный объёмы вентиляции

Достоинства и недостатки VCV

При **Volume controlled ventilation (VCV)** аппарат ИВЛ, несмотря ни на какие обструктивные и рестриктивные изменения в респираторной системе, за установленное время вдувает в легкие пациента заданный объём (**Tidal volume**).

Проблема возникает, если при этом аппарат ИВЛ будет создавать опасное давление в дыхательных путях.

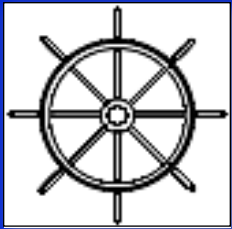
Достоинства и недостатки VCV

- Достоинства – стабильные дыхательный и минутный объёмы вентиляции
- Недостатки – угроза баротравмы, волюмотравмы, меньше комфорта, труднее синхронизация

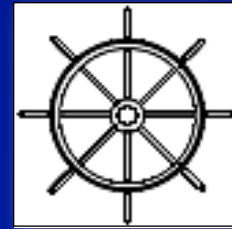
Сохранить достоинства обоих способов управления вдохом

- стабильные дыхательный и минутный объёмы вентиляции
- больше комфорта, легче синхронизация, меньше угроза баротравмы и волюмотравмы

Двойное управление
=
Dual control



Способ управления – Dual – control



**В принципе
невозможен,

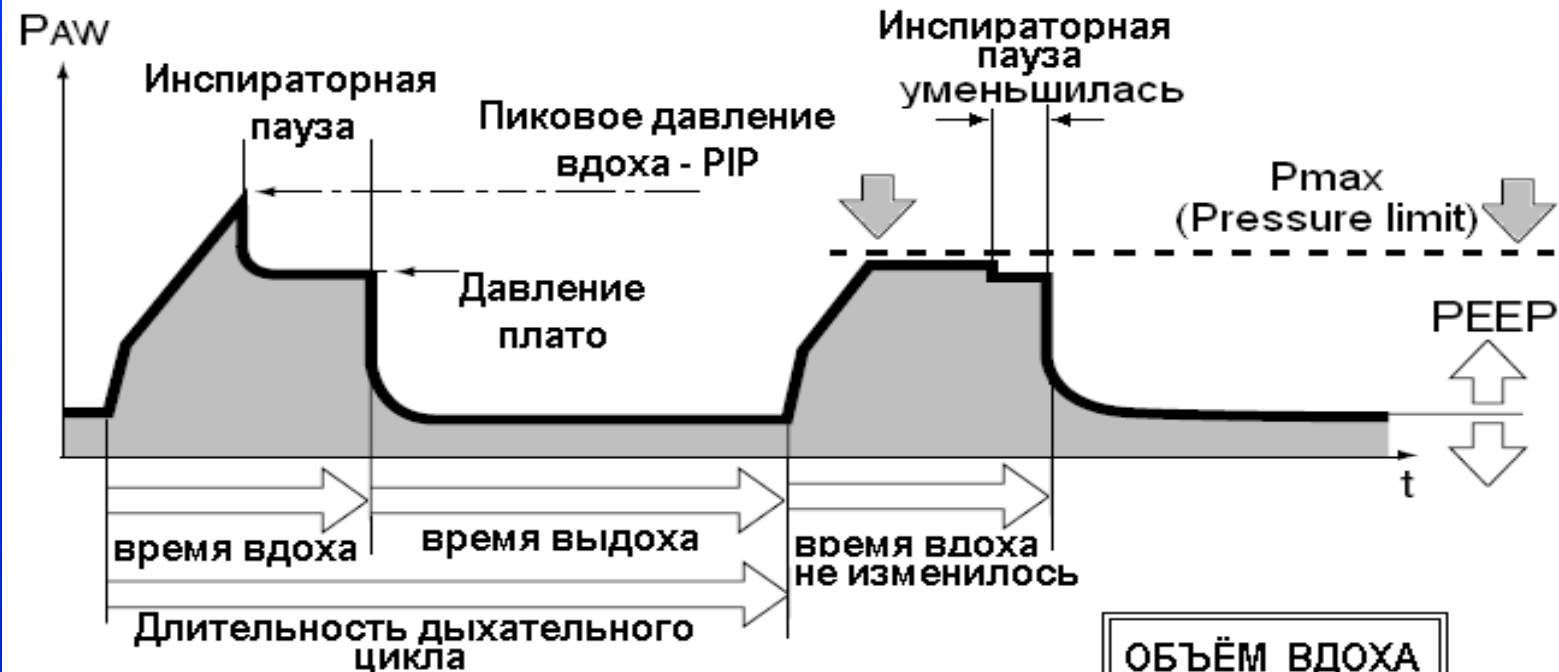
но
существует.**

Первый вариант решения

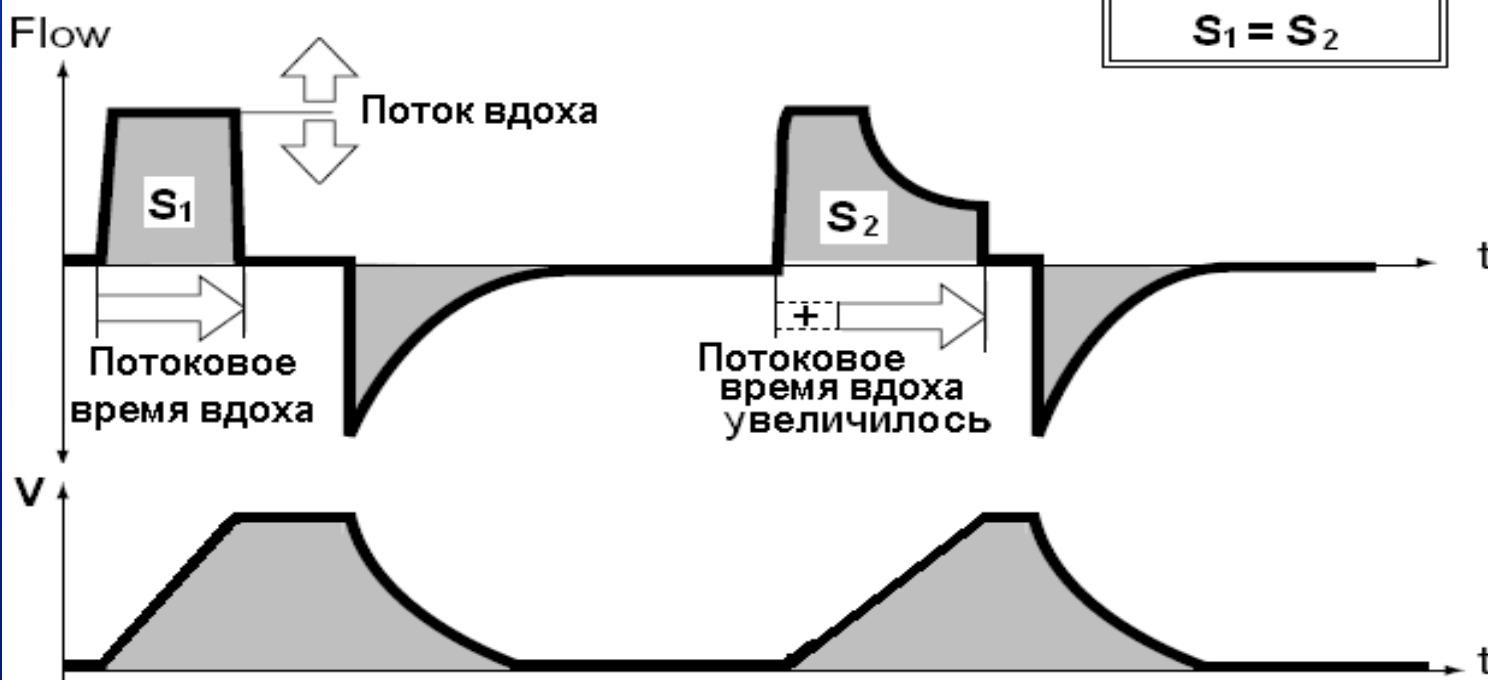
- фирма **Dräger** «Pressure limited ventilation» на основе режима «Intermittent positive pressure ventilation» («IPPV»)
- Этот вариант CMV относится к группе режимов **Dual Control Within a Breath**.
Принцип управления – внесение поправки во время вдоха (autosetpoint)

Под
знаком
CMV

Pressure
Limited
Ventilation



ОБЪЁМ ВДОХА
НЕ ИЗМЕНИЛСЯ
 $S_1 = S_2$



Другие режимы, использующие принцип управления Auto-Setpoint Control

- «Pressure Augment» (Bear 1000),
- «Volume Assured Pressure Support», «VAPS» (Bird 8400ST)
- **Сняты с производства**

Другие режимы, использующие принцип управления Auto-Setpoint Control

- «Pressure Augment» (Bear 1000),
- «Volume Assured Pressure Support»,
«VAPS» (Bird 8400ST)
- **Сняты с производства**

Второй вариант решения

- **Принцип управления Adaptive Control**
- **Dual Control Breath-to-Breath-Pressure-Limited, Time-Cycled Ventilation.**

Второй вариант решения

- **Adaptive Control.**
- **Аппарат анализирует состоявшийся вдох и выполняет коррекцию параметров ИВЛ между вдохами.**
- **Уровень давления вдоха (inspiratory pressure) устанавливает аппарат ИВЛ на основе заданного врачом целевого дыхательного объёма (target tidal volume).**

Второй вариант решения

- **Общеизвестна шутка разработчиков этого режима:**
- **«Врач будет думать, что проводит ИВЛ в режиме «VSV», а это уже «PSV».**

PCV

Достоинства –
больше комфорта,
легче синхронизация,
меньше угроза
баротравмы,
волюмотравмы

Недостатки –
нестабильные
дыхательный и
минутный
объёмы
вентиляции

VCV

Достоинства –
стабильные
дыхательный и
минутный объёмы
вентиляции

Недостатки –
угроза баротравмы,
волюмотравмы,
меньше комфорта,
труднее
синхронизация

PRVC

(PCV)

(VCV)

Достоинства –
больше комфорта,
легче синхронизация,
меньше угроза
баротравмы,
волюмотравмы

Достоинства –
стабильные
дыхательный и
минутный объёмы
вентиляции



~~**Недостатки** –
нестабильные
дыхательный и
минутный
объёмы
вентиляции~~

~~**Недостатки** –
угроза баротравмы,
волюмотравмы,
меньше комфорта,
труднее
синхронизация~~

Двойное управление **Dual control**

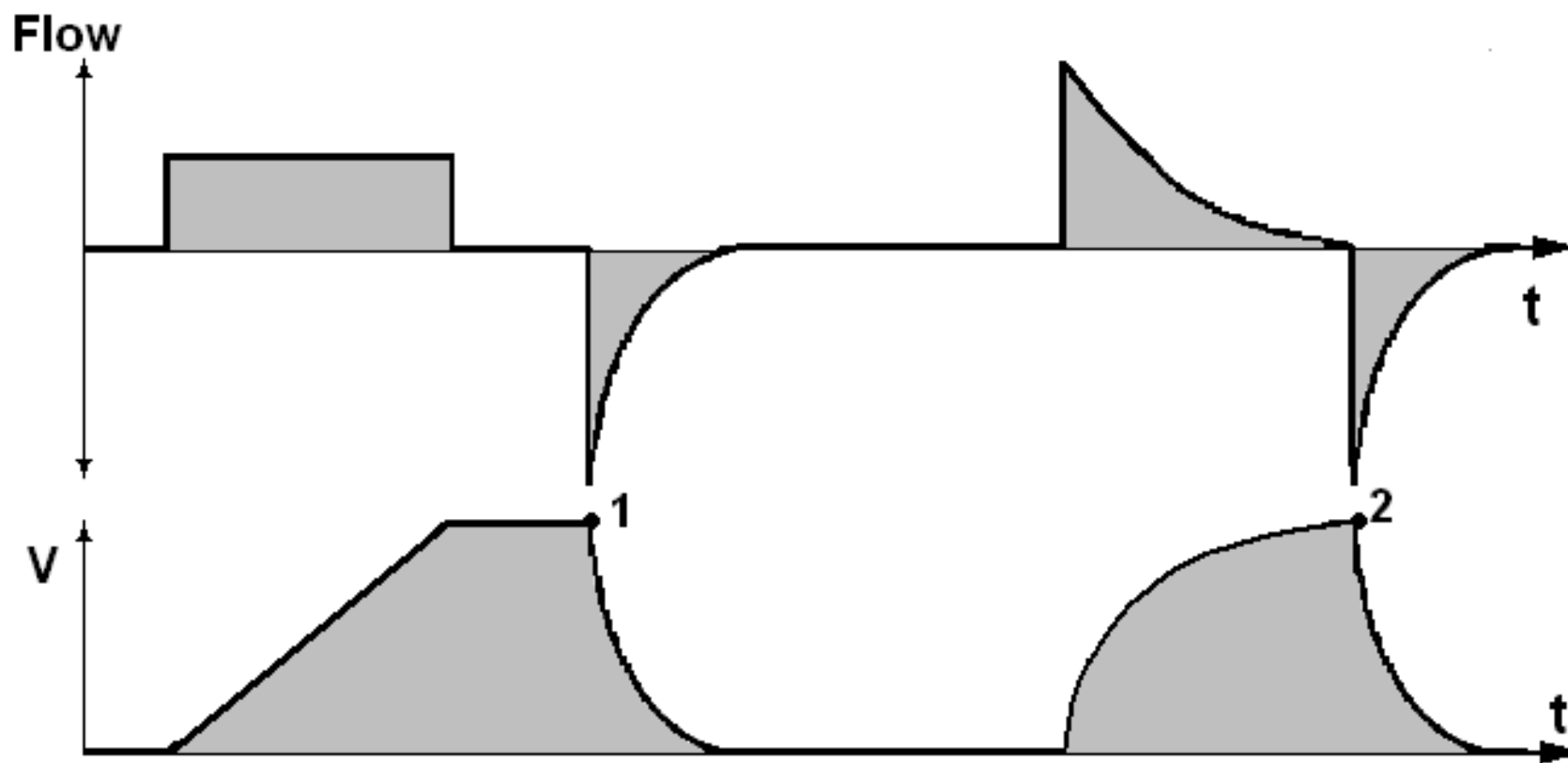
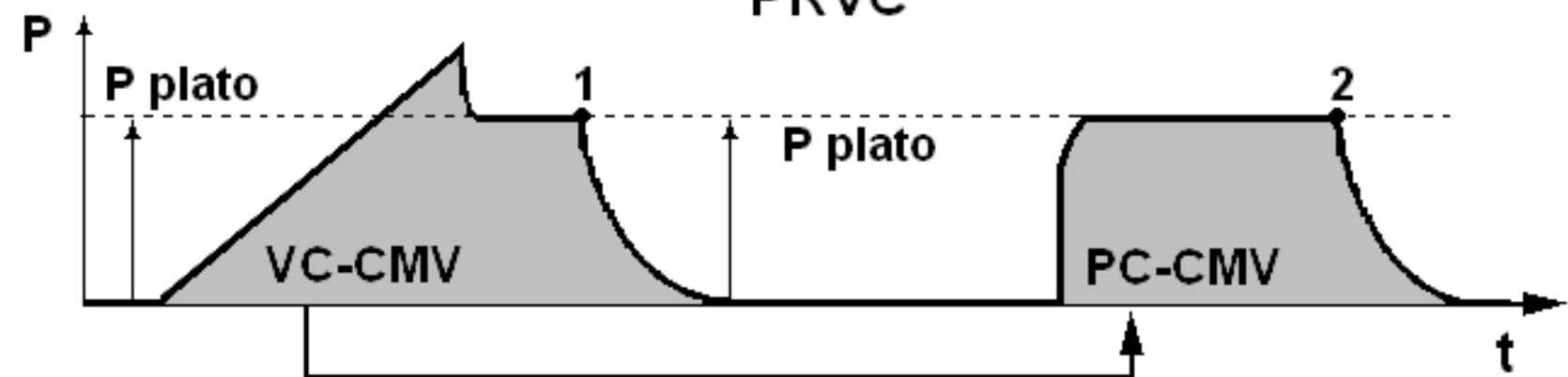
Полное универсальное название этих режимов ИВЛ:

- **Dual Control Breath-to-Breath-Pressure-Limited, Time-Cycled Ventilation.**

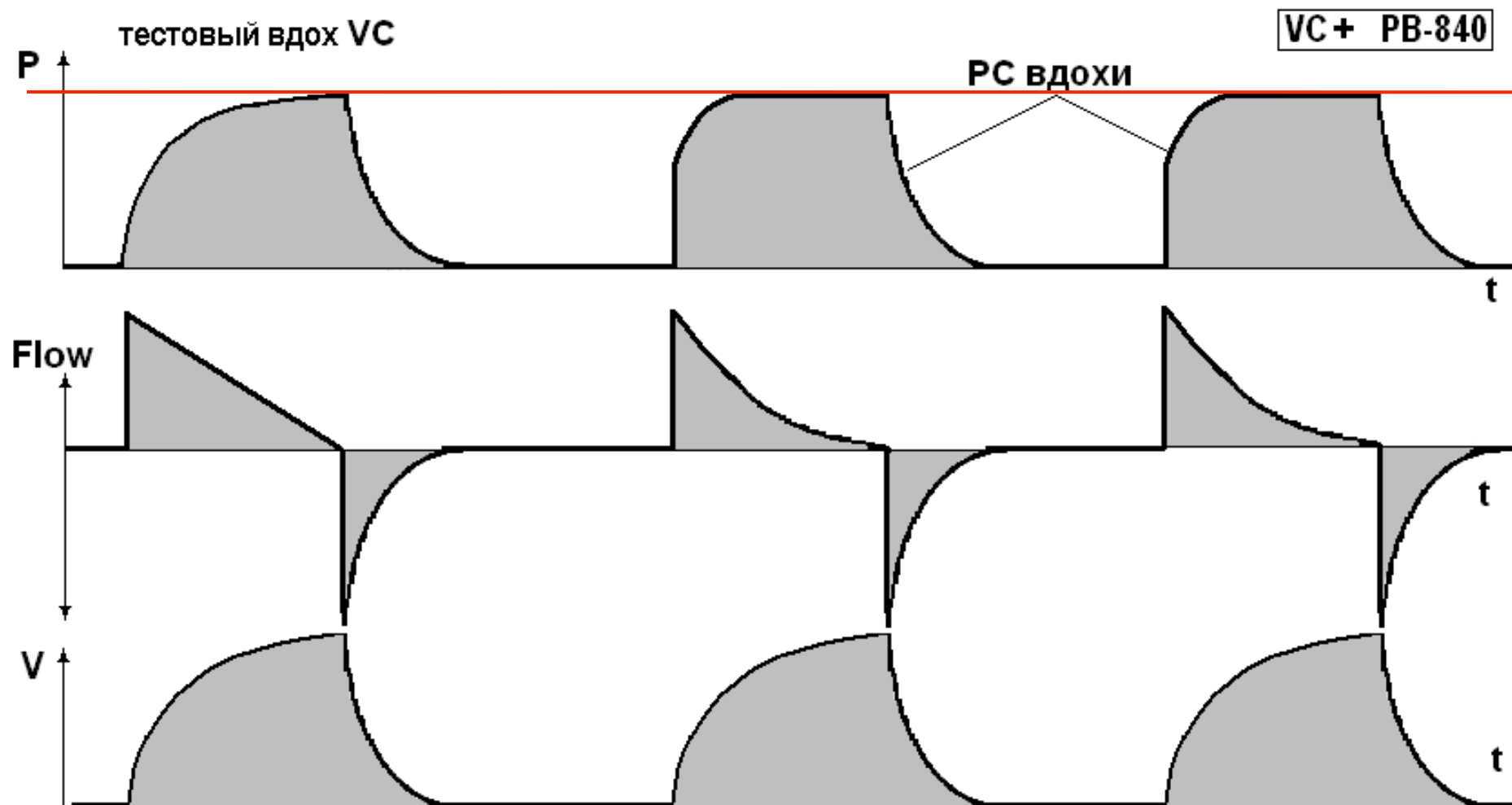
Коммерческие названия режимов,
принудительной ИВЛ использующих
принцип двойного управления
(**Dual Control Breath-to-Breath**) :

1. **«Pressure-Regulated Volume Control»** (Siemens Servo 300, Servo-I, Inspiration-LS E-Vent),
 2. **«Autoflow»** (Drager Evita 4),
 3. **«VC+»** (PB-840),
 4. **«Volume targeted pressure control»**
«VTPC» (Newport e500),
 5. **«Adaptive pressure ventilation» «APV»** (Hamilton Galileo).
- Универсальное некоммерческое описательное название этих режимов – **Dual Control Breath-to-Breath-Pressure-Limited, Time-Cycled Ventilation**.

PRVC

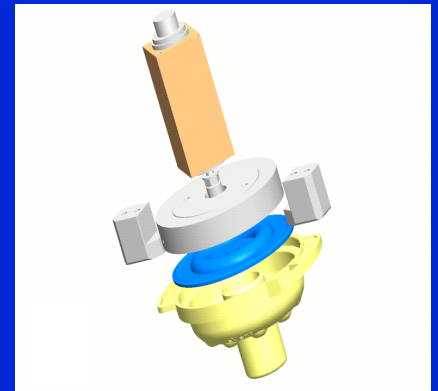


«VC+» (PB-840)



+ Двойное управление **Активный клапан выдоха**

- Все современные режимы принудительной ИВЛ с двойным управлением работают с активным клапаном выдоха



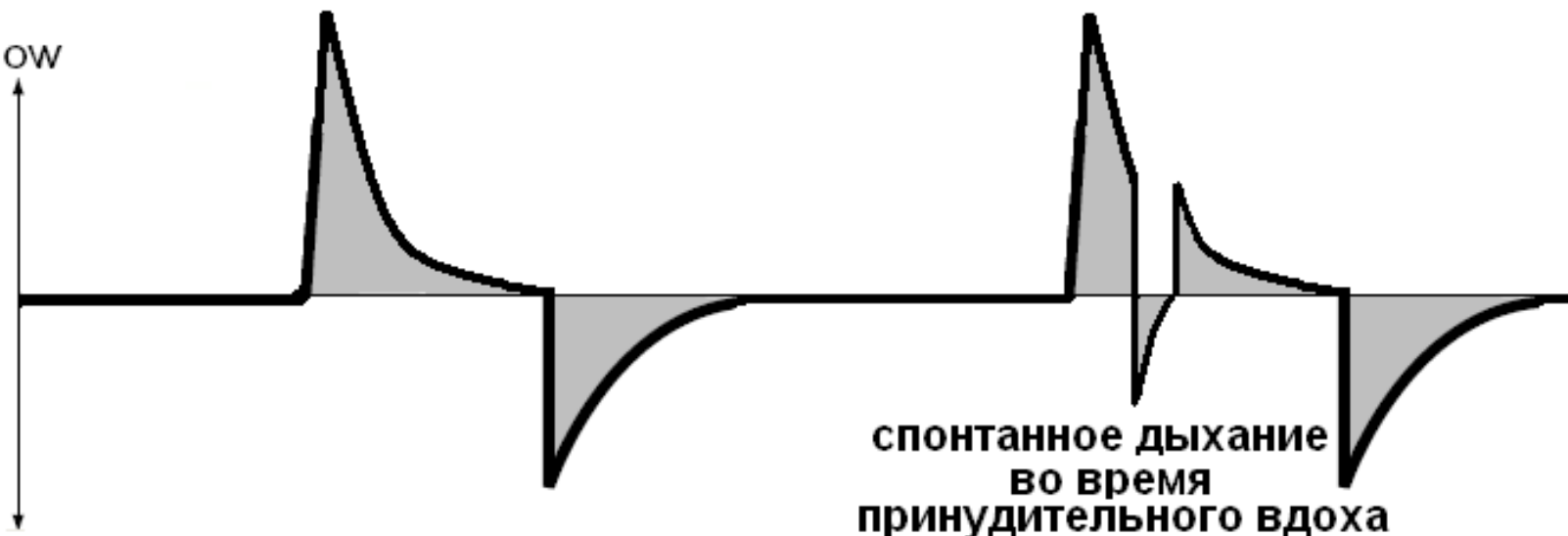
- Это делает их похожими на двухуровневые режимы: **Airway Pressure Release Ventilation/ Bi-level Pressure Ventilation / SPAP**

PRVC или SPAP ?

PAW



Flow



спонтанное дыхание
во время
принудительного вдоха

Конец пятой части

Спасибо за внимание!

Задавайте вопросы!

Отделение реанимации



НИИ нейрохирургии
им. Бурденко РАМН

NSICU.RU