

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ АППАРАТОВ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ

Одной из важных задач современной медицины является задача респираторной поддержки, осуществляемой с помощью аппаратов искусственной вентиляции легких (ИВЛ). Эти аппараты позволяют проводить сложные операции, осуществлять респираторную поддержку дыхания.

Использование аппаратов ИВЛ требует высокой квалификации персонала, поэтому особую актуальность приобретают средства моделирования работы аппаратов ИВЛ, что позволяет производить обучение персонала без риска для здоровья и жизни пациентов. Применение моделей аппаратов ИВЛ актуально и при разработке новых режимов вентиляции легких.

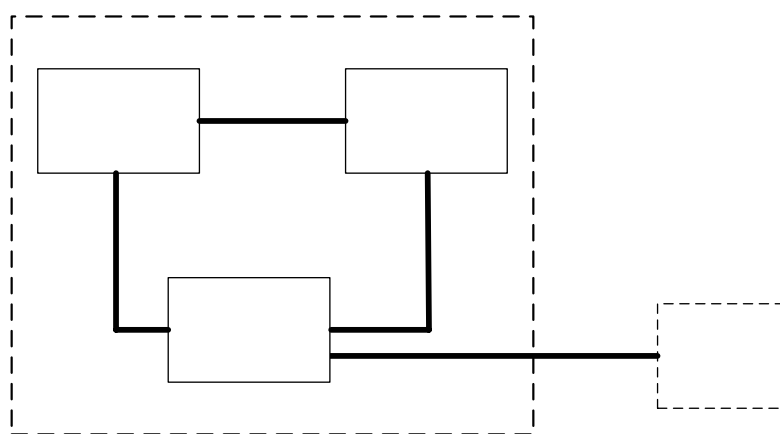


Рис. 1. Структура модели «аппарат ИВЛ-пациент»

Одним из распространенных аппаратов в России является аппарат РО-6-06 и его модификации.

Аппарат ИВЛ (и его модель) можно представить в виде совокупности трёх основных частей: «Генератор потока», «Система управления» и «Периферия» (рис. 1).

При моделировании аэродинамических процессов в аппаратах ИВЛ можно использовать аналогию с электродинамическими процессами: например, связь напряжения, силы тока и сопротивления участка цепи $U=IR$ эквивалентна соотношению $P=QR$, определяющему зависимость давления, потока и аэродинамического сопротивления. Использование этих аналогий помогает несколько упростить задачу моделирования процессов в системе.

Основная функция подсистемы «Генератор потока» – поддержание требуемого расхода газа в заданном диапазоне противодавлений на выходе из генератора. Характеристики генератора выражаются в сочетании максимально возможного давления, которое создаётся при нулевом расходе (аналог ЭДС), и жесткости нагрузочной характеристики $S=\Delta P/\Delta Q$, которая при некотором допущении эквивалентна внутреннему сопротивлению генератора потока.

Основная функция подсистемы «Периферия» – обеспечение взаимодействия «Генератора потока» и нагрузки («пациента»). Характеристики элементов подсистемы «Периферия» выражаются через аэродинамическую растяжимость C и сопротивление R .

Основная функция подсистемы «Система управления» – мониторинг и управление процессом респираторной поддержки. Подсистема выдаёт управляющие воздействия в

соответствии с полученными данными от аппарата и панели управления, являющейся частью подсистемы.

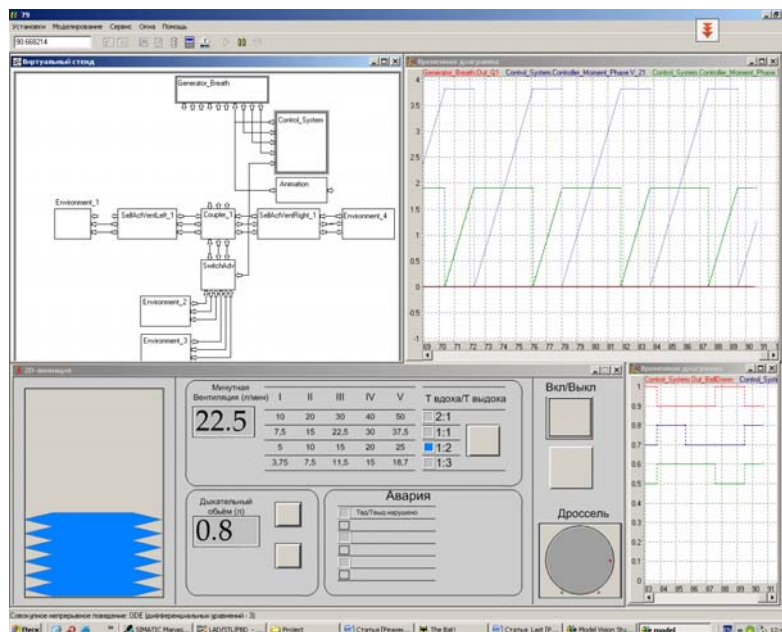


Рис. 2. Пример работы модели в среде моделирования MVS.

Моделирование аппаратов ИВЛ подразумевает также моделирование нагрузки, т.е. пациента. Для этого в модель была добавлена подсистема «пациент». Основная функция подсистемы – моделирование физических характеристик органов дыхания пациента. Характеристики пациента выражаются через аэродинамическую растяжимость C , сопротивление R , давление P и введенный объем V . Например, давление при вдохе можно описать как $P = P_{пдкв} + RQ + V/C$, где $P_{пдкв}$ - положительное давление конца вдоха.

Модель системы «аппарат ИВЛ - пациент» была реализована в среде Model Vision Studium (рис. 2).

Перспективы развития:

- расширение функциональности модели,
- добавление новых режимов работы,
- создание графического интерфейса в среде программирования DELPHI.