

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ РЕЖИМА ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Банадысева Д.С.

Давыдов М.В. – к. т. н., доцент

В настоящее время подавляющее большинство аппаратов искусственной вентиляции легких (ИВЛ) способны функционировать в режиме вспомогательной вентиляции с поддержкой давлением. Данный режим является основным видом полностью вспомогательной вентиляции легких, применяемым, в том числе, для перехода пациентов на самостоятельное дыхание.

При проведении вспомогательной вентиляции принудительные аппаратные вдохи отсутствуют, частота дыхания и время вдоха полностью определяются пациентом. Дыхательный и минутный объем вентиляции, а также среднее давление в дыхательных путях в значительной степени зависят от его респираторного усилия. Таким образом, особое значение имеет своевременное распознавание инспираторной попытки, а также начала выдоха, что необходимо для удовлетворительной синхронизации респиратора с пациентом. Возможная асинхронность в системе аппарат-больной может истощить дыхательную мускулатуру, усугубить явления дыхательной недостаточности и дискредитировать саму идею полностью вспомогательной вентиляции.

В данной работе изучается возможность разработки системы синхронизации аппарата ИВЛ с пациентом с помощью нечеткой логики. Определение фазы дыхания осуществляется на основе данных, поступающих как от потокового триггера, так и от оптического сенсора. Триггер срабатывает на изменение потока через дыхательный контур пациента. Оптический сенсор измеряет движение кожи в нагрудной ямке, которое является последствием дыхательного усилия. Оптический сенсор генерирует электрический сигнал, который является функцией от расстояния до кожи в нагрудной ямке, которое увеличивается при вдохе и уменьшается при выдохе. Оптический сенсор необходим по причине возможного негерметичного контакта маски дыхательного контура ИВЛ и пациента, как следствие, нарушение работы потокового триггера и возможность

гипервентиляции легких.

Данные от оптического сенсора и датчика потока поступают на микроконтроллер, с помощью нечеткой логики определяется фаза дыхательного процесса, которая контролирует работу сервопривода, создающего давление внутри контура. Работа сервопривода контролируется также датчиком существующего внутриконтурного давления.

Для формирования правил нечеткой логики использованы три входных параметра:

1)воздушный поток f , возможные значения: ноль, положительный, резко положительный, отрицательный, резко отрицательный.

2)изменение воздушного потока $df(t)/dt$, возможные значения: рост, быстрый рост, спад, быстрый спад, без изменений.

3)показатель дыхательного усилия: слабая попытка выдоха, попытка выдоха, пауза, слабая попытка вдоха, попытка вдоха.

Выходным параметром системы является фаза дыхательного процесса, которая может принимать следующие значения: начало вдоха, ранний вдох, максимум вдоха, конец вдоха, начало выдоха, ранний выдох, максимум выдоха, конец выдоха и пауза. Основной характеристикой фазы дыхания является давление поддержки, которое должно иметь значение, достаточное для компенсации сопротивления дыхательного контура, но не приводящее к перерастяжению легких.

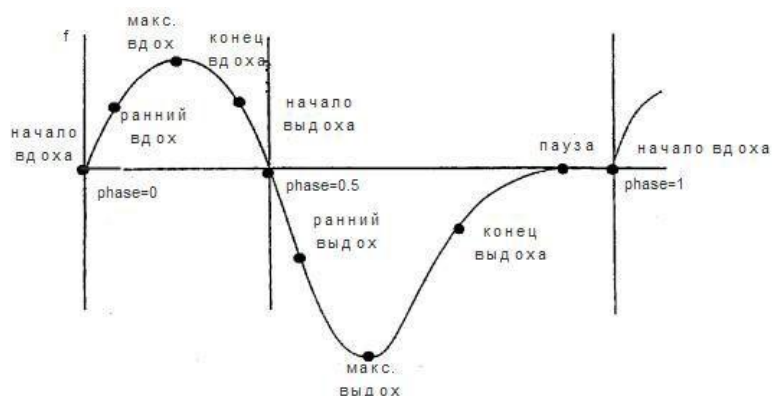


Рис. 1 – Кривая зависимости дыхательной фазы от воздушного потока

Для создания системы нечеткой логики был использован язык технических вычислений MatLab, и встроенное в него приложение для работы с правилами нечеткой логики Fuzzy Logic Toolbox.

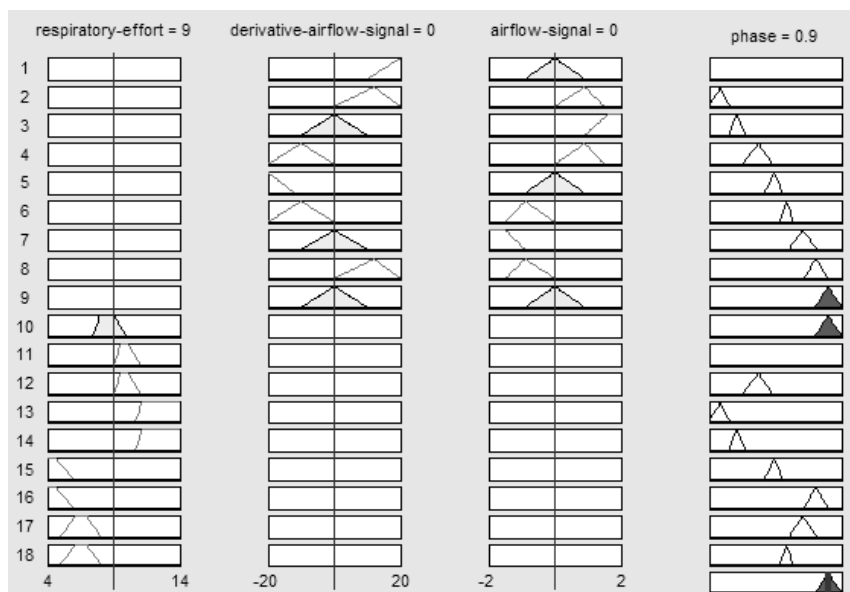


Рис. 2 – Графическая модель работы системы из правил нечеткой логики

При наличии положительного потока инициируется фаза вдоха, при наличии отрицательного потока инициируется фаза выдоха, уточнение степени вдоха или выдоха происходит с помощью скорости изменения потока. Для обеспечения безопасности пациента правила сформированы таким образом, что дыхательная фаза регулируется датчиком дыхательного усилия независимо от изменений потока воздуха в дыхательном контуре пациента.

Таким образом, установлено, что режим вспомогательной вентиляции легких лучше осуществлять в зависимости не только от воздушного потока в дыхательном контуре, но и с учетом дополнительных датчиков попытки самостоятельного дыхания, при этом можно использовать как оптический сенсор нагрудной ямки, так и любого другого датчика, например, датчика-электрода, распознающего нервный импульс, проходящий по диафрагмальному нерву к диафрагме. Также установлена возможность использования систем с использованием нечеткой логики при управлении аппаратом ИВЛ в режиме вспомогательной вентиляции.

Список использованных источников:

1. Сатишур, О. Е. Механическая вентиляция легких / О. Е. Сатишур – М.: Мед. лит., 2006. – 352 с.: ил.
2. Berton-Jones, M. Ventilator Synchronization using dual phase sensors / M. Berton-Jones - Crit. Care Med. –2008. –P.31.
3. Brochard L., Pluskwa F., Lemaire F. Improved efficacy of spontaneous breathing with inspiratory pressure support - Amer. Rev. resp. Dis. — 1987. - Vol. 136, N 2. - P. 415.