



Сумма квадратов отклонений  $Q_{осм(6)}$  построенной модели (7) от статистических данных  $y_k$ , публикуемых в ежегодной отчетности энергетических компаний, равна  $Q_{осм(6)} = 0,022$ , в то время, как сумма квадратов отклонений  $Q_{осм(3)}$  от  $y_k$  для модели (3) составляет величину  $Q_{осм(3)} = 0,114$ , что в пять раз больше, что свидетельствует о высокой адекватности модели (7) результатам наблюдений.

### Литература

1. Иванова Д.В. Системный анализ и моделирование экологической эффективности региональной энергетики на примере Самарской области // Вест. Сам. гос. тех. ун-та: Сер. Технические науки, 2018. №4(60). С. 6-18.
2. Гаврилова А.А., Салов А.Г., Иванова Д.В. Исследование экономических характеристик регионального промышленного комплекса методами статистического и модельного анализа // М.: Научное обозрение, 2015. №15. С. 327-333.
3. Зотеев В.Е., Башкинова Е.В., Староквашева П.В. Математическое моделирование функционирования энергетической системы Самарской области // В сб.: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020): труды Международной научно-технической конференции, Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2020. С.361-365.
4. Зотеев В.Е. Численный метод нелинейного оценивания на основе разностных уравнений // Вест. Сам. гос. тех. ун-та: Сер. Физ.-мат. науки, 2018. Т. 22, № 4. С. 669-701.

А.И. Зотеева, А.В. Никитин

## ВЫБОР И ОПИСАНИЕ СТРУКТУРНО – ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ НЕПОДВИЖНОГО АЭРОМЕТРИЧЕСКОГО ПРИЕМНИКА С ДИСТАНЦИОННОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ ИНФОРМАЦИИ

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ»)

В настоящее время экологический мониторинг приобрел высокую степень актуальности из-за увеличенного выброса различными промышленными объектами разнообразных вредных веществ в атмосферу, а также увеличения автотранспорта на основе двигателей внутреннего сгорания. На территории Республики Татарстан (РТ) сосредоточено большое количество теплоэлектроцентралей, предприятий нефтедобычи, нефтегазопереработки и о других отраслей промышленности в результате деятельности, которых, в атмосферу выбрасывается существенное количество различных химических веществ и их соединений.



Для определения распространения вредных веществ и оценки влияния воздействия на окружающую среду необходима информация о количественном и качественном составе данных выбросов, а также контроле параметров окружающей среды, таких как скорость и направление ветра, влажность и температура воздуха, статического давления локально в контролируемой области (месте расположения объекта контроля).

Основой экологического мониторинга является приемник параметров окружающей среды со встроенным электронным блоком обработки информации, содержащим вычислительное устройство (микроконтроллер), который выполняет следующие функции: опрос датчиков первичной информации с заданным временным интервалом между моментами измерения; регистрацию информации с датчиков первичной информации во внутреннюю память; обработку и передачу информации по запросу внешними пользователями посредством радиоканала либо по проводному каналу.

Традиционным, для построения ветроприемных устройств (ВПУ), используемых в системах измерения параметров вектора скорости ветра, является применение силовых (аэродинамических) методов для формирования информативных (пневматических) сигналов. Реализация этих сигналов в системах измерения параметров вектора скорости ветра при решении задач прогнозирования загрязнений затруднена сложностью их преобразования в электрические сигналы в связи с ограниченными метрологическими характеристиками существующих преобразователей давлений. Это привело к необходимости создания ветроприемных устройств, построенных на основе силовых (аэродинамических) эффектов, сочетающего как торможение, так и дросселирование набегающего воздушного потока, а также использовать в качестве первичного информативного сигнала, характеризующего скоростной напор набегающего воздушного потока (ветра), перепад давлений. В результате удастся существенно (в 1,3..5,3 раза) повысить уровень выходного пневматического сигнала ветроприемного устройства в диапазоне 1...100 м/с.

Для измерения в приземном слое атмосферы параметров вектора ветра предлагается использовать оригинальный датчик ветра (ДВ), содержащий в себе каналы измерения скорости  $W$  и направления  $\psi$  в горизонтальной плоскости ветра, температуры окружающей среды  $T_{\text{окр.ср}}$ , влажности  $\phi$  и статического давления  $p_{\text{ст}}$ , структурная схема которого представлена на рис. 1.

Первичные пневматические сигналы, формируемые набегающим воздушным потоком, посредством ветроприемного модуля приемника параметров окружающей среды (ППОС) подаются в пневматические каналы, выходы которых подключены к датчикам перепада давлений ДД1-ДД4, построенных на основе тензочувствительных элементов, по выходным сигналам которых формируется информация о направлении вектора ветра в горизонтальной плоскости в диапазоне измерения 0...360°. В попарно соединенных в противоположном направлении под углом 180° пневматических каналах, для регистрации давлений  $p_1$  и  $p_5$ ,  $p_2$  и  $p_6$ ,  $p_3$  и  $p_7$ ,  $p_4$  и  $p_8$ , под воздействием набегающего воздушного потока возникает перепад давления, который приводит к перетеканию воздуха с



расходом, преобразуемым в дальнейшем в пропорциональный электрический сигнал посредством дифференциальных датчиков давления ДД1-ДД4. Пневматический сигнал статического давления  $p_{ст}$  с осредняющей камеры ветроприемного модуля по каналу статического давления подается в датчик давления ДД5.

Для измерения температуры окружающей среды в глухой камере ветроприемного модуля размещен датчик температуры ДТ, выход которого включен в электроизмерительную схему НП1, размещенную в электронном блоке ППОС. Для измерения влажности воздушной среды в конструкции ветроприемного устройства предусмотрена установка датчика влажности, выходной сигнал с которого подается на входы электроизмерительную схему НП2.

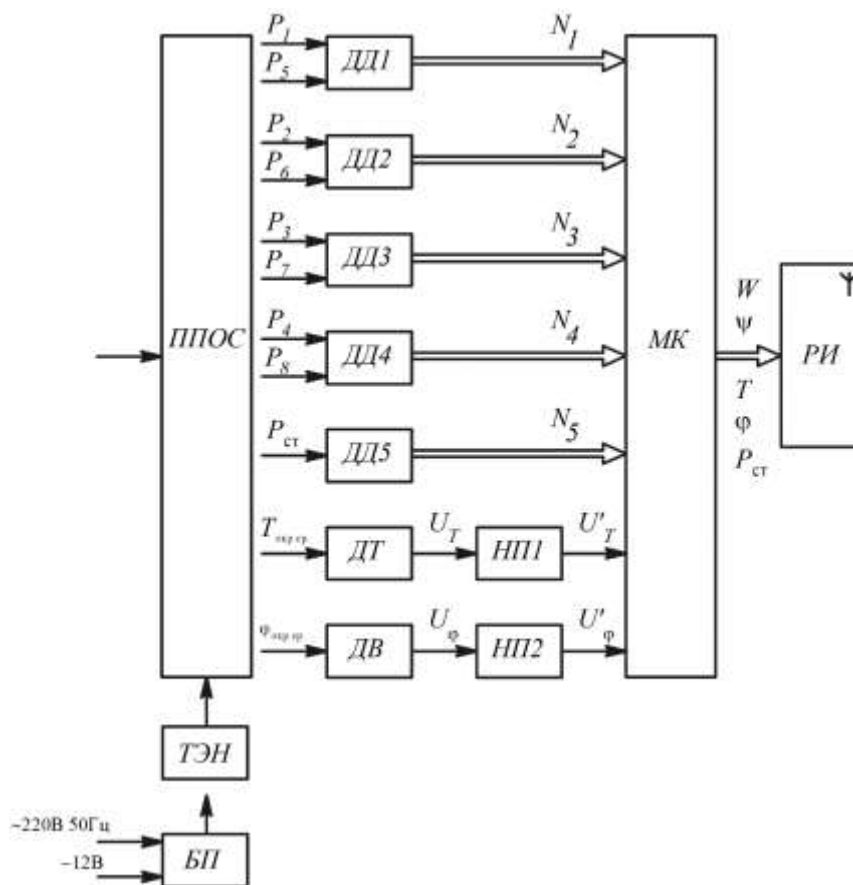


Рис. 1. Структурная схема датчика ветра

Цифровые сигналы  $N_1-N_5$  с преобразователей давлений ДД1-ДД4 и ДД5, а также аналоговые сигналы с НП1 и НП2 через мультиплексор поступают в блок обработки сигналов микроконтроллера (МК). На выходе МК формируются вычисленные в соответствии с аналитическими выражениями цифровые сигналы по скорости  $W$  и направлению  $\psi$  ветра в горизонтальной плоскости, температуры окружающей среды  $T_{окр.ср}$ , влажности  $\phi$  и статического давления  $p_{ст}$ , которые подаются на радиоизлучатель для передачи информации, посредством радиоприемника в блок сбора и обработки информации. Канал передачи вычисленных значений по скорости  $W$  и направлению  $\psi$  ветра в горизонтальной плоскости, температуры окружающей среды  $T_{окр.ср}$ , влажности  $\phi$  и статического давле-



ния  $p_{ст}$  может быть выполнен с использованием оптоволоконных средств передачи информации.

Таким образом, главной задачей проекта является разработка теоретических основ построения системы измерения параметров окружающей среды на основе неподвижного аэрометрического приемника с дистанционной передачей регистрируемой информации на базовую станцию для дальнейшей обработки и анализа полученной информации на основе использования нейронных сетей и составления экологической карты распространения вредных веществ с количественной оценкой их влияния на окружающую среду.

### Литература

1. Тюрина М.М., Порунов А.А., Бердников А.В. Особенности построения всенаправленной системы измерения параметров вектора скорости ветра в приземной слое атмосферы // Технические науки. Сборник материалов международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные науки сегодня». – Москва, 2013. – С.187–189.

2. Солдаткин В.М., Порунов А.А., Тюрина М.М. Методы и средства информационного обеспечения экологического мониторинга приземного слоя атмосферы. Отчет о НИР (шифр «Экология», заключительный). № гос. регистрации 01200008350. Казань, КГТУ им. А.Н. Туполева, 2002. – С.120.

Р.Н. Измайлова

## СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ МНОГОРЕЖИМНЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

(Ташкентский государственный технический университет  
имени Ислама Каримова)

В последние годы бурное развитие синергетики вызвано резко возросшими требованиями рынка к потребительским свойствам и качеству продукции. Именно это определяет современные тенденции развития промышленности и стимулирует научно-технический прогресс [1].

Большинство многорежимных динамических объектов функционирует в условиях неопределенности, которые характеризуются сложными и плохо изученными связями между технологическими переменными, наличием возмущающих и случайных помех, а также нелинейных элементов, которые затрудняют применение линейных алгоритмов адаптивного управления динамическими объектами [2].

В тех случаях, когда математическая модель управляемой динамической системы априори неизвестна, обычно применяется адаптивное управление [3]. Наиболее совершенным является синергетическое адаптивное управление. В традиционных методах адаптивного управления обычно предполагается, что