3) колебательный режим

$$Q(t) = M + M\sin\left(\frac{2\pi}{\tau} - \frac{\pi}{2l}\right),$$

где M – амплитуда выброса.

Если обратится к модели распространения, можно констатировать, что у нас нет надежды получить в общем виде аналитическое решение уравнения (11), то почему бы сразу не приступить к его численному решению на ЭВМ. Причина невозможности этого кроется в самой природе турбулентного потока. Решить задачу прогноза распространения, по видимому, можно только путем разработки достаточно простого и эффективного требования, которое связано с прогнозированием, очень важно не пропустить опасные уровни загрязнения, пусть даже это иногда будет приводить к ложной тревоге.

Список литературы

1. Абдула Ж. Влияние загрязнения атмосферы на микроклиматы города и промышленные зоны: труды Международной научно-технической конференции. – Алматы: КазНГУ, 2006. – С. 275–284.

2. Анискина О.Г., Панин Б.Д. Исследование чувствительности дискретной прогностической модели с помощью уравнений в вариациях // Межвуз. сб. – Л.: ЛГМИ, 1992. – Вып. 114. – С. 4–11.

3. Макоско А.А. Теоретические основы защиты окружающей среды: учебное пособие. – М.: МГУПС, 2001. – 200 с.

4. Пененко ВВ. Методы численного моделирования атмосферных процессов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1981. – 352 с.

5. Риск заболевания населения от загрязнения атмосферы автотранспортом. Отчет по проекту «Выбросы автотранспорта и оценка риска заболеваний населения на городских территориях». – М.: ППКА «Экодизайн ЛТДа. – 90 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ НАУЧНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

[1,2]Гилев В.М., [3]Шакиров С.Р., [1]Шпак С.И.

[1]ФГБУН «Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича» СО РАН, Новосибирск;
[2]Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск;
[3]ФГБУН «Конструкторско-технологический институт вычислительной техники» СО РАН, Новосибирск, e-mail: gil@itam.nsc.ru

Представлена методика использования технологических баз данных в системах автоматизации аэродинамического эксперимента. При проведении научных экспериментов в системе производится хранение, как данных непосредственно эксперимента, так и технологических данных, связанных с условиями проведения конкретного эксперимента, а также обработкой полученных научных результатов.

В Институте теоретической и прикладной механики (ИТПМ) им. С.А. Христиановича СО РАН совместно со специалистами Конструкторско-технологического института вычислительной техники (КТИ ВТ) СО РАН активно проводятся работы по созданию и развитию систем автоматизации научного эксперимента и управления технологическими процессами [1].

Необходимость выполнения подобных работ связана со сложным характером современного научного эксперимента, большим количеством измерительных каналов, высокими скоростями протекания исследуемых процессов, сложным процессом подготовки эксперимента, его проведением и последующей обработкой полученных экспериментальных данных.

Так, для проведения научных исследований в области сверх- и гиперзвуковой аэродинамики в ИТПМ СО РАН в настоящее время создается новая уникальная экспериментальная установка кратковременного действия – гиперзвуковая аэродинамическая труба адиабатического сжатия, которая позволит моделировать обтекание перспективных летательных аппаратов вплоть до космических скоростей полета [2]. Данная установка после ввода ее в эксплуатацию будет иметь рекордные аэродинамические характеристики, существенно превосходя по ряду параметров многие не только отечественные, но и зарубежные установки подобного класса.

Важной составной частью установки является система подготовки рабочего газа, обеспечивающая получение рабочего газа (воздуха) с давлением 3000 атм. и температурой 2500 К.

Технологический процесс подготовки рабочего газа заключается в следующем. Рабочий газ перед началом эксперимента через электрический подогреватель кауперного типа подается в адиабатический нагреватель. Здесь газ дополнительно нагревается адиабатическим сжатием до температур 1000–1500 К и поступает в силовые цилиндры. С помощью поршней силовых цилиндров газ доводится до необходимых параметров (давления и температуры) для проведения экспериментов. Далее открывается затвор, и поршни силового цилиндра начинают сближаться, поддерживая параметры рабочего газа примерно постоянными.

Необходимо производить автоматическое измерение нескольких десятков физических параметров (давления, температуры, тепловые потоки и т.п.) в различных технологических точках установки. В процессе подготовки установки к эксперименту и во время его проведения необходимо управлять ее различными исполнительными механизмами: клапанами, задвижками, вентилями и др., а также производить измерения технологических параметров. Для этих целей была разработана автоматизированная система управления

(АСУ) процессом подготовки и проведения эксперимента, с помощью которой обеспечивается управление источником рабочего газа данной аэродинамической трубы [3].

Отличительной особенностью системы является возможность управления оборудованием по заранее заданным алгоритмам с установленными временными интервалами (так называемые «цепочки команд») [4]. Дискретность задания временного интервала составляет 1 мс. Абсолютная погрешность формирования временной метки исполнения команды не превышает 300 мкс.

Значительную роль в этом процессе помимо непосредственных экспериментальных данных занимают технологические данные, определяющие режим работы экспериментальной установки и способы обработки экспериментальных данных.

Особенно важным это является при проведении экспериментальных исследований в установках кратковременного действия, которые характерны для современных высокоскоростных газодинамических процессов.

В состав системы сбора данных входит, например, специально разработанный 8-канальный модуль измерения аналоговых сигналов [5], предназначенный для 16-разрядной оцифровки сигналов напряжения в диапазоне от –1 до +1 В, при полосе пропускания 10 кГц, частоте выборки до 100 кГц, с программной настройкой множителя предварительного усилителя 1x, 10x, 100x, 1000x с буферной памятью 32 кСл/канал.

Перед запуском аэродинамической трубы требуется провести настройку измерительной системы: провести определение коэффициентов пересчета измеренных напряжений в физические величины, установить параметры рабочего режима, задать порядок проведения эксперимента. Эти данные будут в дальнейшем использоваться в процессе обработки экспериментальных данных.

Сервер баз данных. Для хранения технологических данных в системе используется сервер баз данных (сервер БД). В качестве сервера баз данных используется СУБД SQLite. Эта СУБД позволяет с помощью SQL запросов и команд создавать, редактировать и заполнять как сами базы данных, так и их отдельные элементы непосредственно из программ пользователя или с удаленных компьютеров. В Базе данных в виде таблиц содержится вся информация по физическим устройствам, включенным в состав АСУ [6].

Технически сервер БД и АРМ оператора располагаются на одном компьютере с достаточно большой производительностью и ресурсами, связанного с АПК и с локальной компьютерной сетью института.

Заключение. Таким образом, в данной работе представлено описание алгоритмов и методов, с помощью которых обеспечивается управление работой представляемой аэродинамической трубы с использованием технологических баз данных.

В настоящее время эти алгоритмы используются в опытном варианте системы управления представляемой аэродинамической трубы.

Данная работа выполнялась при финансовой поддержке грантов РФФИ № 14-07-00426 и 12-07-00548.

Авторы выражают искреннюю благодарность начальнику отдела КТИ ВТ Гаркуше В.В., м.н.с. Яковлеву В.В., а также ведущему инженеру А.С. Мишневу за активную помощь в выполнении работы.

Список литературы

1. Гилев В.М., Мишнев А.С., Шиплюк А.Н., Шпак С.И., Яковлев В.В. Автоматизированная система для экспериментального исследования высокоскоростных аэродинамических процессов // Труды Международной научно-практической конференции «Чаплыгинские чтения», 7–8 апреля 2015 г. Новосибирск: СибНИА, – 2016. – С. 136–147.

2. Gilyov V.M., Garkusha V.V., Zvegintsev V.I., Shiplyuk A.N., Shpak S.I., Yakovlev V.V.. Structure of data acquisition system of experimental researches in the hypersonic wind tunnel // 16th International conference on the methods of aerophysical research (ICMAR'2012) (Kazan – Novosibirsk, Russia, 20–26 Aug., 2012): Abstracts. Pt. 1. – Kazan, 2012. – P. 110–111.

3. Гилев В.М., Гаркуша В.В., Мишнев А.С., Шевченко Д.О., Яковлев В.В. Аппаратно-программный комплекс для создания систем автоматизации // Датчики и системы. – 2012. – № 4. – С. 6–9.

4. Гаркуша В.В., Гилев В.М., Мишнев А.С., Собстель Г.М., Шевченко Д.О., Яковлев В.В. Магистрально-модульный подход к созданию унифицированной системы автоматизации научных исследований и управления технологическими процессами // Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте'2012: сборник научных трудов Sworld по материалом международной научно-практической конференции. – Вып. 2. Т. 4 – Одесса: КУПРИНЕНКО, 2012. – ЦИТ: 212–259. – С. 40–43.

5. Гилев В.М., Суродин С.П., Шакиров С.Р., Шевченко Д.О., Шпак С.И. Автоматизированная система управления гиперзвуковой аэродинамической трубой адиабатического сжатия // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 11. – С. 38–40.

6. Гилев В.М., Шпак С.И. Особенности построения автоматизированных систем для проведения комплексных аэродинамических экспериментов // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 2 – 1. – С. 54–55.