

различных оконных функций (Хемминга, Блекмана, Хеннинга и др.), а также с возможностью запоминания спектров с последующим их вычитанием;

– Корреломер;

– Измеритель АЧХ и ФЧХ с возможностью задания диапазона и дискретности изменения частоты;

– Двухканальный измеритель-регистратор (самописец) изменений интенсивности принимаемого сигнала по времени с использованием автошкалы как по оси измеряемых значений, так и по оси времени;

– Двухканальный генератор-синтезатор частот.

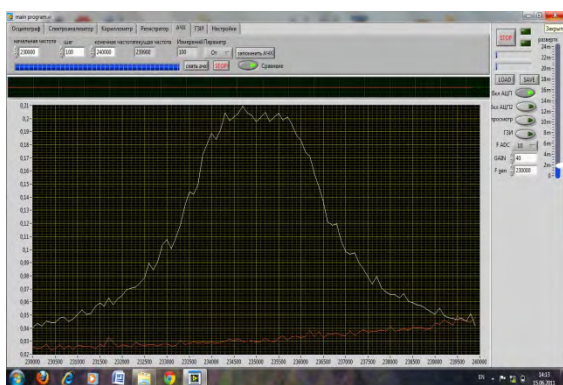


Рисунок 2 – Визуализация измеряемых процессов

Разработанная реконфигурируемая измерительная система позволяет заменить целый парк дорогостоящих измерительных приборов (особенно таких как характериографы, самописцы), позволяет выполнять прецизионные фазовые измерения при исследовании фазочастотных характеристик различных четырёхполюсников, позволяет полностью автоматизировать, документировать и запоминать весь процесс проведения измерений.

УДК: 621.039

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СМЕШЕНИЯ ПОТОКОВ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ЭЛЕМЕНТАХ ОБОРУДОВАНИЯ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Баринов А.А.¹, Дмитриев С.М.¹, Хробостов А.Е.¹, Рязанов А.В.¹, Главный В.Г.²

¹НГТУ им. Р.Е.Алексеева, каф. «Атомные и тепловые станции»

Н. Новгород, Россия

²ИТ СО РАН им.С.С. Кутателадзе

Новосибирск, Россия

Процессы смешения потоков с различной температурой и концентрацией растворенных примесей (поглотителей нейтронов) в ряде случаев значительно влияют на ресурс реакторной установки и ее поведение в переходных и аварийных режимах работы. Расчетное моделирование такого вида гидродинамических явлений

– Может быть использована Универсальный лабораторный стенд для ВУЗов

– Лаборатории по измерениям, диагностике и контролю дефектов в ЖД транспорте, авиации, нефти и газопроводах, космической промышленности

– Системы связи и телекоммуникаций

– Геологоразведка

– Научно-исследовательские институты и лаборатории

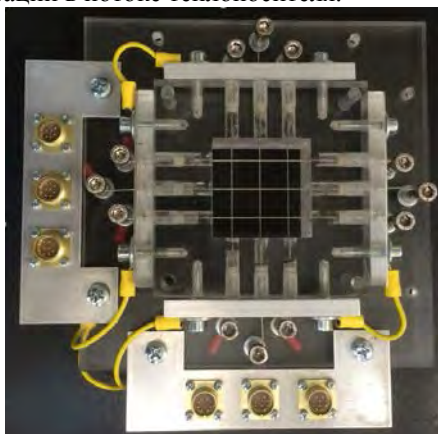
– Сервисные центры по ремонту и наладке электронной аппаратуры

1. Айфичер, Эммануил С., Джервис, Барри У. А36 Цифровая обработка сигналов: практический подход, 2-е издание. : Пер. с англ.- М.: Издательский дом «Вильямс», 2008.-992 с.
2. Уолт Кестер. Проектирование систем цифровой и смешаной обработки сигналов. Москва: Техносфера, 2010.-328с.
3. Куприянов М.С., Матюшкин Б.Д. Цифровая обработка сигналов: процессоры, алгоритмы, средства проектирования,- СПб.: Политехника, 1998.-592с.
4. Steven W. Smith, The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing. Second Edition, 1999, California Technical Publishing, P.O. Box502407, San Diego, CA92150. Also available at: <http://www.dspguide.com> or <http://www.analog.com>.
5. Цифровий спосіб вимірювання фазового часу проходження радіоімпульсних сигналів. Патент України на винахід №105074 від 10.04.2014 МПК G04F10/00 (2014.01) бюл.№9/2014.Номер заявки а201206917 від 06.06.2012. Баженов В.Г., Богдан Г.А., Грузін С.В.

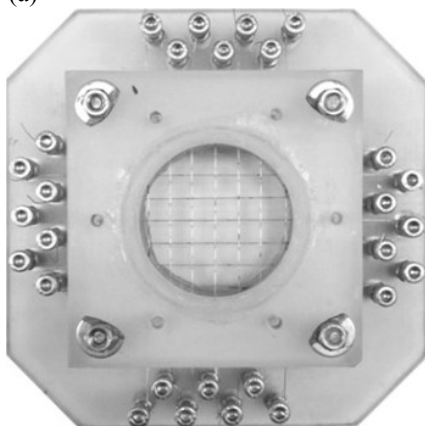
проводится при помощи трехмерных теплогидравлических программ, нуждающихся в верификации на основе данных эксперимента.

Пространственные кондуктометрические датчики являются одним из средств измерения поля концентрации примеси и гидродинамических величин в турбулентном потоке жидкости.

Проведенная работа по освоению и адаптации метода пространственной кондуктометрии к измерениям в турбулентных потоках теплоносителя позволяет провести исследования смешения потока в элементах масштабных моделей парогенирующих блоков ЯЭУ. В настоящее время совместными усилиями НГТУ им. Р.Е.Алексеева, ИТ СО РАН им.С.С.Кутателадзе и АО «ОКБМ Африкантов» создана лабораторная база, включающая тестовый кондуктометрический стенд, набор пространственных датчиков различной конструкции и быстродействующую измерительную систему ЛАД-36, которая позволяет производить параллельную регистрацию сигналов с частотой до 1,8 МГц на 36 каналах [1]. Разработанные датчики имеют сетчатую (рис.1) и стержневую конструкцию, что дает возможность измерять поля концентрации проводящих примесей в каналах и зазорах сложной геометрической конфигурации. Кроме того, такие виды измерительных устройств имеют низкую инерционность, что позволяет разрешать широкий диапазон частот турбулентных пульсаций в потоке теплоносителя.



(а)



(б)

Рисунок 1 – Сетчатые кондуктометрические датчики:
а – датчик для квадратного канала;
б – датчик для круглого канала

В настоящее время были проведены эксперименты по смешению потоков с различной концентрацией растворимой соли в каналах круглого и квадратного поперечного сечения.

Методика проведения исследований гидродинамических процессов в круглом канале $D=60\text{мм}$ заключалась в следующем: солевой трассер через инъекционный капилляр изокинетически подавался в центр канала спутно с направлением потока. С помощью сетчатого датчика проводился замер проводимости по поперечному сечению потока, при подаче солевого трассера на различном расстоянии до места установки датчика.

В результате экспериментальных замеров при различных местах ввода трассера получены следующие данные:

- временные реализации флуктуаций измерительного скаляра от времени для всех ячеек датчика при различных расстояниях от подачи солевого трассера до места установки сетчатого датчика. Из полученных зависимостей определялись средние по времени значения, а также пульсационные составляющие измерительного скаляра для каждой ячейки сетчатого датчика. Усредненные значения использовались для построения распределений измерительного скаляра, а на основе пульсационных составляющих строились частотно-энергетические спектры сигналов;

- построены распределения (картограммы) измерительного скаляра (5) по сечению экспериментальной модели при различных положениях инъекционного капилляра, позволяющие судить о наличии характерного для турбулентного потока размывания трассера с увеличением расстояния от точки подачи;

- построены графики и картограммы радиальной дисперсии трассера для характерных сечений экспериментальной модели (рисунок 2).

Получено хорошее согласие оценок осредненных характеристик потока с данными других исследователей. Форма распределения согласуется с теорией Тейлора, согласно которой распределение частиц трассера в спутном турбулентном потоке подчиняется модели «случайного блуждания» [2]. Обработка данных позволила весьма достоверно оценить временные и геометрические (волновые числа $k = 20-75 \text{ м}^{-1}$, размеры 13-50 мм) масштабы вихрей, распределения спектральной плотности энергии турбулентности в ядре потока.

Промышленную апробацию созданная измерительная система будет проходить на крупномасштабном верификационном исследовательском стенде НГТУ им. Р.Е. Алексеева по изучению смешения неизотермических потоков в проточной части модели реактора РИТМ-200 для универсального атомного ледокола (УАЛ).

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках договора № 02.G25.31.0124 от 3 декабря 2014 г. (в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. № 218).

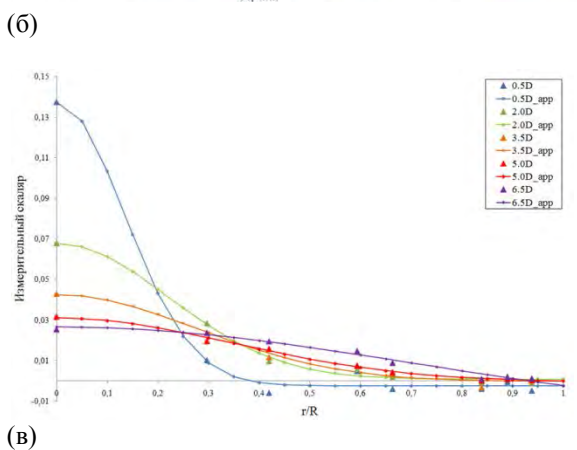
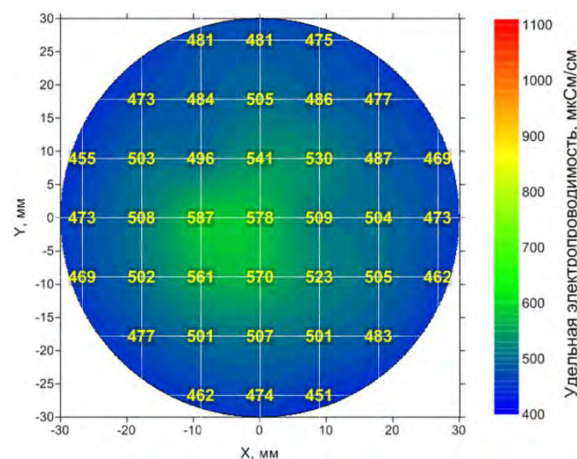
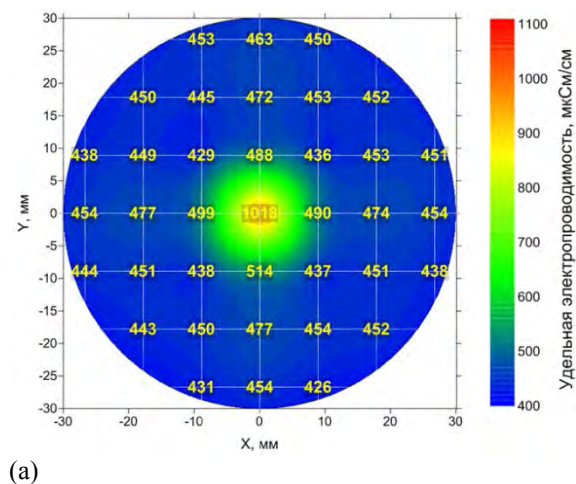


Рисунок 2 – Дисперсия примеси в турбулентном потоке: (а) – картограммы интерполированного осредненного распределения проводимости в сечении 0,5D, (б) – в сечении 5D от места впуска трассера; (в) – осредненные графики распределения измерительного скаляра и аппроксимации (на рис. «app») функцией Гаусса; D – гидравлический диаметр канала; r/R – относительное расстояние по радиусу канала

Список использованных источников

1. «Развитие стендовой базы НГТУ им. Р.Е.Алексеева для верификации CFD программ // С.М.Дмитриев [и др.]. – сборник тезисов НТС «Проблемы верификации и применения CFD-кодов в атомной энергетике». – Н.Новгород, 2016. – с.17-18.
2. G. Taylor. The dispersion of matter in turbulent flow through a pipe. Proceedings of the Royal Society of London. – 1954. – P. 446-468.

УДК 681

КОМПЛЕКСНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА АУДИОСИГНАЛОВ В СФЕРЕ ТЕЛераДИОВЕЩАНИЯ

Бобрикович А.А., Гусев О.К.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

В основу метода контроля качества передачи звуковых сигналов положено комплексное статистическое оценивание параметров сигнала, определяющих, в конечном итоге, оценку качества его передачи слушателем. В процессе оценки используются наиболее информационно значимые параметры из многочисленных характеристик сигнала. По результатам измерений формируется многомерное векторное пространство, определяющее область существования сигнала.

Такой подход лежит в основе метода комплексного статистического контроля качества аудиосигналов (МКСК).

Комплексный статистический контроль включает в себя комплексный анализ статистических энергетических и спектральных параметров сигнала, а также параметров формы сигнала и оценку их изменения в результате передачи сигнала по каналам и трактам с адаптивно изменяющимися при проведении контроля характери-