

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»**

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЧАСТЬ VII

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
14 – 16 мая 2019 г.*

выпуск 23

Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева

**Новокузнецк
2019**

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор М.В. Темлянцев,
д-р техн. наук, профессор С.М. Кулаков,
канд. техн. наук, доцент О.А. Полях,
канд. техн. наук, доцент А.В. Новичихин,
канд. техн. наук, доцент А.М. Никитина

Н 340

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2019.- Вып. 23. - Ч. VII. Технические науки. – 341 с., ил.- 135, таб.-61 .

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Седьмая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области новых информационных технологий и систем автоматизации управления, металлургических процессов, технологии, материалов и оборудования, теории механизмов, машиностроения и транспорта, перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА СИГНАЛОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Луковников Д.Н., Ланц А.П.,

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Хамитов Р.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Целью работы была разработка лабораторного комплекса для генерации и спектрального анализа сигналов измерительной информации. Изучены теоретические основы спектрального анализа, рассмотрено и выбрано оборудование для разработки лабораторного комплекса. На основе изученных теоретических основ, рассмотренного и выбранного оборудования был разработан лабораторный комплекс для генерации и спектрального анализа измерительной информации. Разработанный комплекс был проверен на практике и может использоваться для обучения студентов СибГИУ различных специальностей: разработчиков автоматизированных систем управления, специалистов в области метрологии, стандартизации и управления качеством.

Ключевые слова: спектральный анализ, лабораторный комплекс.

Перед учебными лабораториями ВУЗов, обучающими технических специалистов, нередко возникает задача проведения лабораторных исследований сложных гармонических сигналов измерительной информации, например, как при исследовании существующих алгоритмов и методов по цифровой обработке измерительных и управляющих сигналов, так и при разработке совершенно новых.

Спектральный анализ – совокупность методов качественного и количественного определения состава объекта, основанная на изучении спектров взаимодействия материи с излучением, включая спектры электромагнитного излучения, акустических волн, распределения по массам и энергиям элементарных частиц.

Сигнал – это материальный носитель информации. В природе он проявляется в виде некоторого физического процесса.

Спектр – распределение значений физической величины. Графическое представление такого распределения называется спектральной диаграммой. Обычно под спектром подразумевается электромагнитный спектр - спектр частот электромагнитного излучения.

Генератор сигналов функционирует в полном соответствии со своим названием: генерирует сигналы, используемые в качестве воздействующих сигналов в ходе измерений параметров электронных устройств. Большинству схем требуется входной сигнал с изменяющейся во времени амплитудой.

Такой сигнал может быть истинным биполярным сигналом переменного тока или он может колебаться относительно некоторого уровня постоянного напряжения. Форма сигнала может представлять собой синусоиду или другую периодическую функцию, цифровой импульс, двоичную последовательность или полностью произвольную форму.

Для разработки установки, для генерации и спектрального анализа измерительной информации, были изучены теоретические основы спектрального анализа и генерации сигналов разработана схема данной установки (рисунке 1).

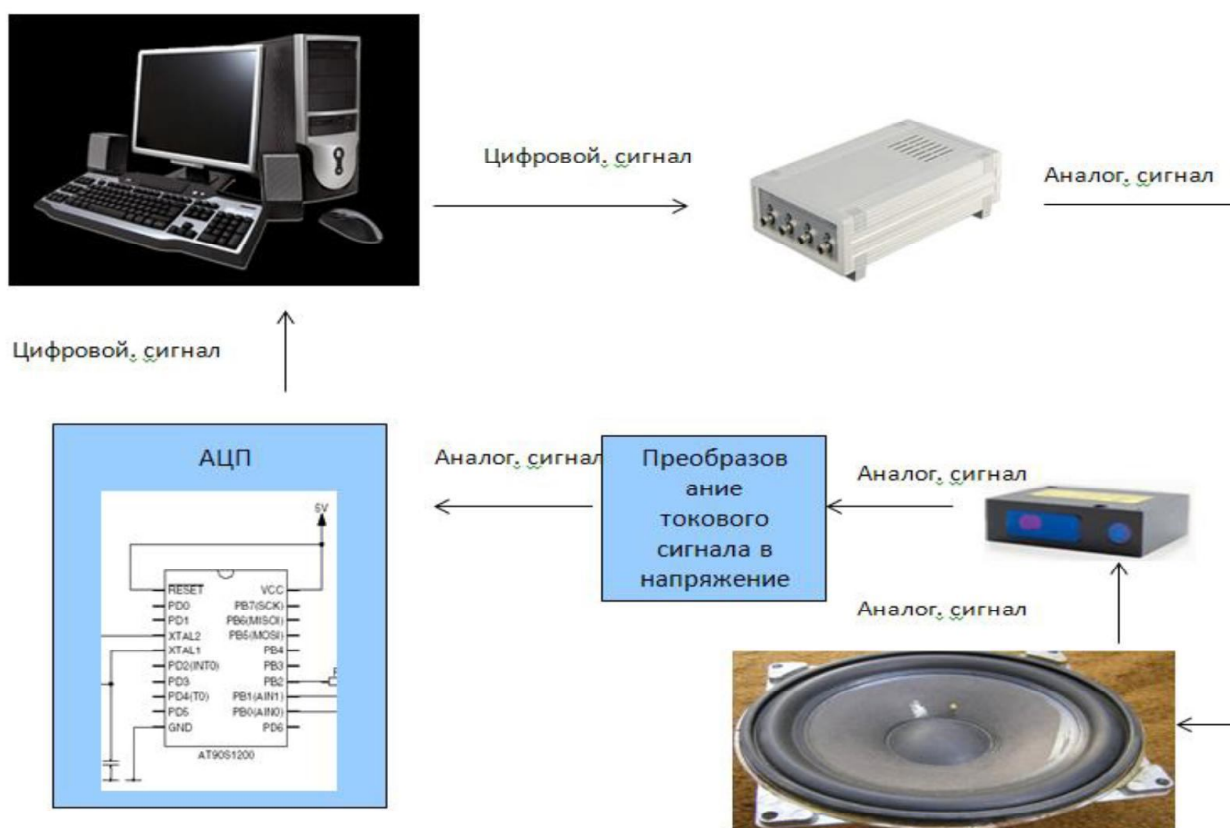


Рисунок 1 – Условная схема лабораторного комплекса для генерации и спектрального анализа измерительной информации

Изменение сигнала на аналоговом выходе анализатора спектра ZETLAB ZET 017-U4 происходит синхронно с изменением результата, передаваемого по последовательному USB интерфейсу. Сигнал подается на низкочастотный динамик выступающим в качестве устройства для физического воспроизведения сигнала.

Для считывания колебаний динамика используется лазерный триангуляционный датчик лазерный датчик RF 603 50/105 имеющий как цифровой, так и аналоговый токовый выходы. Поскольку для преобразования и регистрации измерительного сигнала был использован аналого-цифровой преобразователь ZETLAB ZET 210, имеющий вход только по напряжению, подключения токового выхода с датчика потребовалось дополнительное преобразование сигнала в напряжение.

Рассмотрим схему подключения токового выхода 4...20 мА (рисунке 2). Значение нагрузочного резистора не должно превышать 500 Ом. Для уменьшения шума перед измерительным прибором рекомендуется устано-

вить RC фильтр. Величина конденсатора фильтра указана для максимальной частоты выборки датчика (9,4 кГц) и пропорционально увеличивается при уменьшении частоты.

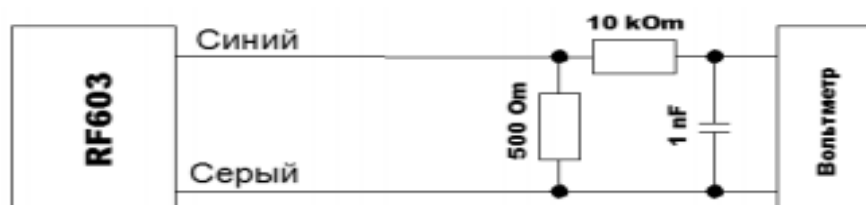


Рисунок 2 – схема подключения токового выхода 4...20 мА

По данной схеме была собрана установка для генерации и спектрального анализа измерительной системы (рисунок 3).



Рисунок 3 – Лабораторный комплекс для генерации и спектрального анализа сигналов измерительной информации.

Для работы данной установки необходимо установить на компьютер программное обеспечение (ПО) ZETLAB входящее в комплект поставки оборудования ZETLAB. ПО ZETLAB – программное обеспечение для автоматизированной обработки измерительной информации при виброакустическом анализе, тензометрии, сейсмометрии. Специализированное ПО даёт пользователю все необходимые средства анализа данных в выбранной области, а также различные средства записи исходных сигналов и результатов измерений.

Программное обеспечение ZETLAB – это виртуальная лаборатория, предоставляющая пользователю мощные средства для визуализации, спектрального анализа, измерения электрических параметров, генерации, записи и воспроизведения сигналов.

Принцип работы лабораторного комплекса для генерации и спектрального анализа измерительной информации:

- с компьютера через программное обеспечение ZETLAB по интерфейсу USB подается цифровой сигнал на анализатор спектра ZET 017-U4;

- анализатор спектра ZET 017-U4 передает электрический сигнал на низкочастотный динамик в виде вибрации, звуков или шума;
- затем лазерный датчик RF 603 считывает с динамика колебания и передает их на аналоговый вход АЦП через RC фильтр и нагрузочный резистор (Рисунок 2);
- преобразованный цифровой сигнал, с АЦП, поступает через USB интерфейс на компьютер в программное обеспечение ZETLAB, где он в дальнейшем может быть отфильтрован, обработан и отображен.

Проверка лабораторного комплекса.

Были проведены экспериментальные работы, задача которых была сгенерировать сигнал определенных частот и амплитуд через генератор сигналов ZETLAB и получить на входе коррелированный с исходным сигнал с такой же частотой и амплитудой.

Для первого опыта (рисунок 5) мы подаем сигнал на генератор в виде чистой синусоиды с частотой 1 Гц и напряжением 7 В.

На выходе был получен измеренный и отфильтрованный сигнал триангуляционного датчика с частотой 0,2 Гц и амплитудой 0,25 мм. Полного совпадения частот исходного и измеренного сигнала не наблюдалось, но имелась определенная корреляция сигналов. В дальнейшем опытным путем было установлено, что расхождение частот объяснялось неверными настройками частот дискретизации ЦАП анализатора спектра ZET 017-U4 и АЦП ZET210, в случае их расхождения графики каналов на многоканальном осциллографе отображаются неверно. После перенастройки частоты исходный и измеренный сигналы совпали и составили исходные 1 Гц.

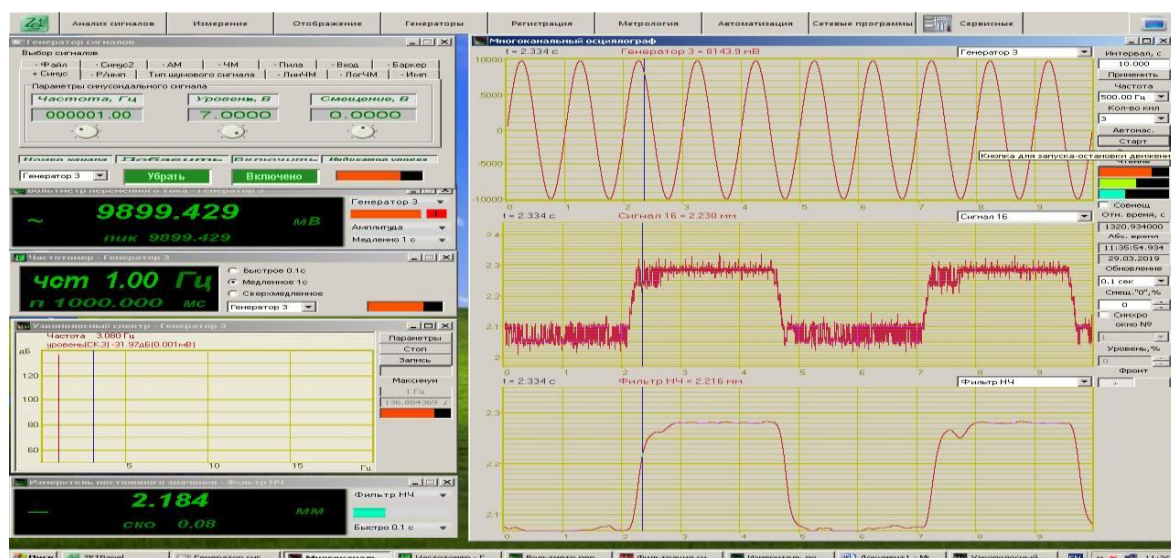


Рисунок 5 – Опыт 1

С целью анализа влияния шума на конечный сигнал и возможности применения в лабораторных работах во втором опыте (рисунок 6) на генератор подали сложный сигнал в виде синусоиды с частотой 1 Гц, напряжением 7 В и белого шума с напряжением 2 В.

После проведения опыта получен аналогичный первому сигнал триан-

гуляционного датчика. Конечный отфильтрованный сигнал показал значение частоты 0,2 Гц и амплитудой 0,3 мм. Внесения шума в исходный сигнал не оказало существенного влияния на частоту измеренного сигнала. Небольшое отклонение по амплитуде, как и ожидалось, объясняется наличием белого шума в сгенерированном сигнале.

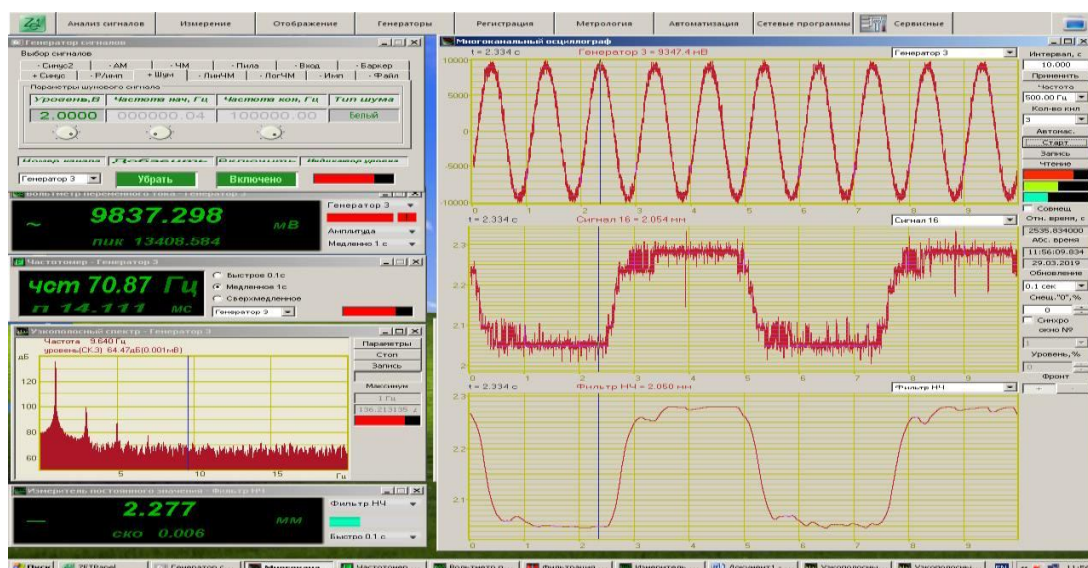


Рисунок 6 – Опыт 2

В третьем опыте (рисунок 7) на генератор подавался сложный гармонический сигнал из двух синусоид. Первая синусоида с частотой 1 Гц и напряжением 2 В. Вторая синусоида с частотой 50 Гц и напряжением 5 В.

В ходе эксперимента был получен сигнал, где у первой синусоиды частота 1 Гц, амплитуда 0,025 мм, а у второй синусоиды частота 50 Гц, амплитуда 0,003 мм. В ходе третьего эксперимента на узкополосном спектре генератора и фильтра мы наглядно видим (Рисунок 7), что частоты двух составляющих сигнала заданные на генераторе близки к частотам измеренного и отфильтрованного сигнала. Что как раз навело на мысль о неверном отображении программным обеспечением ZETLAB сигналов на многоканальном осциллографе и необходимости внимательно следить за параметрами настроек АЦП/ЦАП.

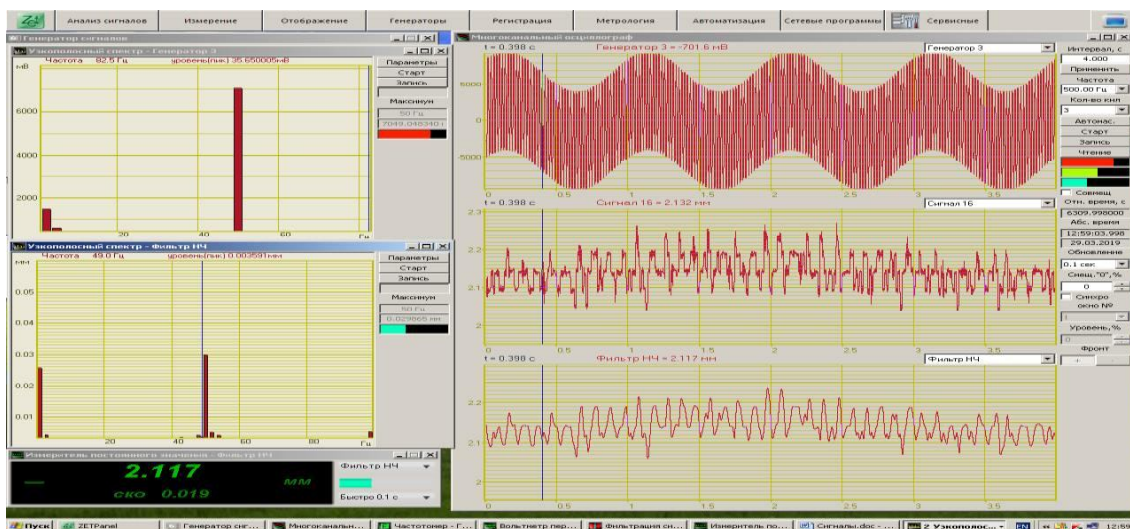


Рисунок 7 – Опыт 3

Аналогичные опыты были проведены с другими видами сигналов. В ходе которых установлено, что разработанная система способна моделировать и измерять сложные сигналы на низких частотах до 50 Гц, при более высоких частотах шумовая составляющая сигнала не позволяет выделить полезный сигнал от датчика перемещений и обнаружить взаимосвязь между исходным и измеренными сигналами.

Таким образом, мы можем сделать вывод, что разработанная установка позволяет генерировать и измерять коррелированные сигналы сложной формы на низких частотах, что позволит использовать ее при разработке и реализации лабораторных работ связанных с анализом и изучением спектров сложных гармонических сигналов.

Библиографический список

1 Официальный сайт ZETLAB [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://zetlab.com>.

2 Анализатор спектра ZET 017. Руководство по эксплуатации. ЗТМС.411168.004 РЭ [Электронный ресурс] – Режим доступа: [Fluke 41В Руководство по эксплуатации \[Электронный ресурс\] – Режим доступа: https://www.opweb.de/ru/model.php?id=12021](https://www.opweb.de/ru/model.php?id=12021).

3 Rohde & Schwarz [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rohdeschwarzsale.ru/?yclid=1577115821247325296>.

4 Триангуляционные лазерные датчики. Серия РФ603. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://riftek.com/media/documents/rf60x/manuals/Laser_Triangulation_Sensors_RF603_Series_2018_rus.pdf.

5 Триангуляционные лазерные датчики. Серия РФ603. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://riftek.com/media/documents/rf60x/manuals/Laser_Triangulation_Sensors_RF603_Series_2018_rus.pdf.

6 Триангуляционные лазерные датчики. Серия РФ605. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docplayer.ru/42192874-Triangulyacionnye-lazernye-datchiki-seriya-rf605.html>.

Триангуляционные лазерные датчики. Серия РФ600. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://riftek.com/media/documents/rf60x/manuals/Laser_Triangulation_Sensors_RF600_Series_rus.pdf.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЦВЕТОВЫХ КОМБИНАЦИЙ <i>Мерц М.В., Медведева Е.Д., Чепкасова В.М., Пугаева Д.Е., Катохина К.М.</i>	99
ПЛАНИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПЕЧАТНЫХ ИЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОЛОГИИ QFD <i>Кочура Р.Э.</i>	102
ПОСТРОЕНИЕ РЕГРЕССИОННЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ (СЖАТИЯ) <i>Елфимова Д.А.</i>	107
К ОЦЕНКЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ПРИГОДНОСТИ ИНДУКТИВНЫХ ДАТЧИКОВ ПОЛОЖЕНИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ СЕРВОПРИВОДОВ И КАЧЕСТВА РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ <i>Григорьев А.С.</i>	112
К ВЫБОРУ ИНДУКТИВНЫХ ДАТЧИКОВ ПОЛОЖЕНИЯ ПО СТАТУСУ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ПОДТВЕРЖДЕНИЯ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ СЕРВОПРИВОДОВ <i>Григорьев А.С.</i>	117
ФОРМИРОВАНИЕ РЕЛИЗОВ ИТ-СЕРВИСОВ, УЧИТЫВАЮЩЕЕ ИНЦИДЕНТЫ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ОШИБКАМИ В РАЗВЕРТЫВАЕМЫХ АКТИВАХ <i>Неверов К.В.</i>	122
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЗМОВ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЪЕМА ERP-ПРОЕКТА НА ОСНОВЕ СВОЙСТВ БИЗНЕС- ПРОЦЕССОВ И СВОЙСТВ ИТ-СЕРВИСОВ <i>Золин И.А.</i>	126
РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ НА ОПТИМИЗАЦИЮ ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИТ-СЕРВИСА <i>Хусаинов А.Р.</i>	130
О РАЗРАБОТКЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КЛИМАТА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ <i>Коваль М.Н.</i>	135
РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА СИГНАЛОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ <i>Луковников Д.Н., Ланц А.П.,</i>	139
РАЗВИТИЕ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ <i>Богатов А.В.</i>	145
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДАТЧИКОВ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ <i>Добрынин П.А. Белокопытов Р.Н.</i>	148
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗМЕЩЕНИЮ РЕКЛАМНОЙ ПРОДУКЦИИ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ <i>Гусев М.М., Гусева А.Н.</i>	153