

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ПРАВИТЕЛЬСТВО НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**МАТЕРИАЛЫ
52-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

МНСК–2014

11–18 апреля 2014 г.

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНИКА
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ**

**Новосибирск
2014**

УДК 53
ББК 22.3+32

*Конференция проводится при поддержке
Сибирского отделения Российской Академии наук,
Российского фонда фундаментальных исследований,
Правительства Новосибирской области,
инновационных компаний России и мира,
Фонда «Эндаумент НГУ»*

Материалы 52-й Международной научной студенческой конференции
МНСК-2014: Инструментальные методы и техника экспериментальной
физики / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2014. 63 с.

ISBN 978-5-4437-0260-5

Научный руководитель секции – д-р физ.-мат. наук, проф. Ю. А. Тихонов
Председатель секции – канд. физ.-мат. наук, доцент И. Б. Логашенко
Ответственный секретарь секции – канд. техн. наук. В. В. Жуланов

Экспертный совет секции:

д-р техн. наук, проф. А. М. Батраков
канд. техн. наук, доцент Е. В. Козырев
канд. техн. наук, доцент К. Ф. Лысаков
доцент М. Ю. Шадрин

**УДК 53
ББК 22.3+32**

ISBN 978-5-4437-0260-5

© Новосибирский государственный
университет, 2014

**NOVOSIBIRSK NATIONAL RESEARCH STATE UNIVERSITY
SIBERIAN BRANCH OF RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
GOVERNMENT OF THE NOVOSIBIRSK REGION**

**PROCEEDINGS
OF THE 52nd INTERNATIONAL STUDENTS
SCIENTIFIC CONFERENCE**

ISSC-2014

April, 11–18, 2014

**INSTRUMENTAL METHODS AND TECHNOLOGIES
OF EXPERIMENTAL PHYSICS**

**Novosibirsk, Russian Federation
2014**

*The conference is held with the significant support of
Siberian Branch of Russian Academy of Sciences,
Russian Foundation for Basic Research,
Novosibirsk Region Government*

Proceedings of the 52nd International Students Scientific Conference. Instrumental methods and technologies of experimental physics / Novosibirsk State University. Novosibirsk, Russian Federation. 2014. 63 pp.

ISBN 978-5-4437-0260-5

Section scientific supervisor – Dr. Phys. Math., Prof. Yu. A. Tikhonov
Section head – Cand. Phys. Math., Assoc. Prof. I. B. Logashenko
Responsible secretary – Cand. Tech. V. V. Zhulanov

Section scientific committee:

Dr. Tech., Prof. A. M. Batrakov,
Cand. Tech., Assoc. Prof. E. V. Kozyrev,
Cand. Tech., Assoc. Prof. K. F. Lysakov,
Assoc. Prof. M. Yu. Shadrin.

ISBN 978-5-4437-0260-5

© Novosibirsk State University, 2014



Фамилия Имя Отчество	Осеева Мария Александровна
Должность	Менеджер-эксперт по работе с высшими учебными заведениями
Организация	ООО «САП СНГ», Москва
Контактная информация	maria.oseeva@sap.com

Университетский Альянс SAP: С места в карьеру

Мы открыты, позитивны, работаем для преподавателей и студентов. Мы – инструмент для развития и карьеры.

Университетский Альянс SAP = Образование + Стажировки + Технологии + Инновации + Предпринимательство + Дизайн-мышление + Конкурсы и гранты + Нетворкинг

Нескучный SAP для студентов: vk.com/sapuni

Немного о прошлом и настоящем

Глобальная академическая программа «Университетский Альянс SAP» (SAP University Alliances) начала свою работу в мании в 1988 году. В настоящий момент программа насчитывает более 1300 вузов-участников и объединяет более 2 миллионов студентов и преподавателей по всему миру, расширяя их доступ к решениям SAP, а также к карьерным и другим возможностям. В 2004-ом году программа была запущена в регионе СНГ и на данный момент в ней состоит более 50 ведущих вузов России, Казахстана, Белоруссии и Украины.



Зачем мы

Университетский Альянс SAP ориентирован на то, чтобы объединить в себе теоретическое и практическое обучение, помогающее студентам усовершенствовать навыки как работы в команде, так и критического мышления, необходимые в условиях современной инновационной экономики. Знакомясь с передовыми решениями для управления бизнесом, студенты приобретают и расширяют свои профессиональные умения и навыки. Студенты университетов-участников программы «Университетский Альянс SAP» используют то же программное обеспечение SAP, что и клиенты SAP по всему миру.

К чему ведет знание SAP:

<http://it-weekly.ru/analytics/trends/58998.html>

Как мы

Мы работаем по принципу – LEARN | APPLY | SHARE | RECRUIT, который шаг за шагом проводит наших последователей от дополнительного профессионального образования к трудоустройству в обширной экосистеме SAP или своему бизнесу через применение полученных знаний в рамках различных инициатив и через общение с единомышленниками от начального до экспертного уровня.

Где мы

УЧИТЬСЯ

BUILD YOUR TALENT

Профессиональная сертификация – курс SAP TERP10 "Интеграция бизнес-процессов":

- Онлайн - www.erp4students.ru
- С инструктором - acc-sap.ru/universities/asc.html

Открытые технические курсы онлайн: open.sap.com

Интернет-журнал SAP Land: sapland.ru

Все о больших данных и технологии SAP HANA: www.saphana.com

ПО от Университетского Альянса SAP: uac.sap.com >> FREE DOWNLOADS

ПРИМЕНЯТЬ

DREAM BIG

От партнеров МНСК-2014

SAP Student Entrepreneurship Program: ideas.sap.com/ua

SAP Developer Center: developer.sap.com

Программа SAP для стартапов: saphana.com/community/learn/startups

Мировое SAP-сообщество студентов: www.sapstudentcouncil.com

ДЕЛИТЬСЯ

EXPLORE & SHARE OPINIONS

Блоги глобального Университетского Альянса SAP: uac.sap.com >>
MEDIA HUB

Мероприятия Университетского Альянса SAP: uac.sap.com >> EVENTS

ПРИСОЕДИНЯТЬСЯ

RUN WITH PURPOSE

Стажерская программа в SAP: vk.com/sapuni (общие анонсы) ,
www.sap2you.ru (для Екатеринбурга)

Карьера в SAP: jobs.sap.com

Job and Advanced Training Program: academy-cube.eu/

КОНТАКТЫ

Предложения, вопросы, замечания: uasupport.cis@sap.com

Резюме: sap4you@sap.com

Анкета твоих предпочтений (для заполнения): acc-sap.ru/training/наш-опрос.html



Фамилия Имя Отчество	ТабакOV Вадим Вячеславович
Должность	Менеджер по развитию направления «Базы данных и технологии»
Организация	ООО «САП СНГ», Москва
Контактная информация	vadim.tabakov@sap.com

Big Data – игра в материальном мире

Технология является независимой переменной эволюционного развития человечества и представляет собой неотъемлемую собственность любой современной организации. Технологию можно не признавать, к скорости ее развития можно иметь претензии точно так же, как игнорировать законы термодинамики или обижаться на гравитацию. При этом, несмотря на то, что теория постоянно опережает знание, реализованное промышленностью, информационная восприимчивость традиционных технологий практически исчерпана. Это означает, что в тот момент, когда объемы и уровень сложности растущей лавинообразным образом информации достигнут определенной критической точки, только инновационная Технология позволит преодолеть информационный барьер, избежать комбинационного взрыва и добиться значительного возрастания эффективности бизнес-деятельности.

Последние годы в мире ИТ оказались ознаменованы всплеском интереса к теме Big Data (большие данные). При этом мир Big Data сам по себе и по тому, каким его можно было бы воспринимать, похож на дом, построенный в причудливо-футуристическом стиле, где в каждой комнате на столах лежат нерешенные головоломки. С одной стороны Big Data – это наборы данных и знаний. С другой – это технологии и методы, формирующие качественно новое состояние данных, что позволяет рассуждать об

объективной ценности Big Data для решения вполне конкретных прикладных задач.

По сути Big Data – это результат ИТ-инноваций прошлых лет, речь идет не о революции, а скорее о технологической эволюции, действительно позволяющей бизнесу получить добавленную стоимость от эксплуатации ИТ за счет применения технологий и методов Big Data.

Если говорить об отраслевой идентификации Big Data – то это финансовый сектор, телеком, розничные продажи, нефтегазовая отрасль, госсектор, производство, энергетика, медицина, наука. Однако в целом эксперты отмечают относительную однородность рынка потребления Big Data, т. е. задачи для Big Data есть практически в каждой отрасли. К примеру, для финансового сектора это задачи персонализации услуг, обнаружения мошенничества, истории транзакций и анализа затрат, в ритейле – прогноз потребительского спроса, оценка параметров краткосрочных и долгосрочных перспектив, анализ показателей конъюнктуры рынка и конкурентоспособности. В добывающих и промышленных сегментах – задачи диагностики, прогнозирования технологических и экономических показателей. В телекоме – опять же обнаружение мошенничества и индивидуализация клиентских сервисов. При этом критерии определения Big Data объективно у каждой организации свои. И в этом отношении зачастую следует идти от обратного утверждения, т.е. когда компания понимает, что, не реализовав ту или иную производственную функцию, она в ближайшей перспективе не завоюет или, хуже того, утратит имеющееся конкурентное преимущество.

По мнению экспертов, рынок Big Data в ближайшие годы будет расти в среднем на 27% ежегодно и обладает потенциалом в миллиарды долларов. При этом в частности для предприятий промышленной отрасли основной потенциал Big Data заключен в организации работы и интеграции накопленных данных с данными неструктурированными, неизвестными, так называемыми dark data, и получением новых полезных знаний при помощи структурного анализа, eDiscovery, многофакторных индуктивных алгоритмов и прочих техник бизнес-исследований. Также в промышленности Big Data способны решать задачи оперативной обработки потоков данных, поступающих с многочисленных приборов и датчиков, установленных на трубопроводах, паровых котлах, линиях электропередачи, транспорте и другом специализированном оборудовании. И при изменении производственных параметров технологии Big Data способны обеспечить необходимую скорость принятия решения.

По логике же решаемых задач можно отметить, что, к примеру, интернету технологии, такие как, SAP HANA, позволяют хранить и быстро

обрабатывать сотни гигабайт данных, что значительно повышает скорость и объективность бизнес-решений. К примеру, в РЖД использование SAP HANA позволило повысить скорость функции планирования по видам деятельности в десятки раз¹. А разработчикам компании Сургутнефтегаз, имея около 150 000 наименований в справочнике материалов, удалось автоматизировать партионный учет, расчет скользящих цен в режиме онлайн, обеспечив специалистов по планированию и закупке материалов точной и актуальной информацией. При этом запросы, которые в SAP ERP обрабатывались около 3х часов, с внедрением SAP HANA стали выполняться всего за 16 секунд².

Использование SAP HANA совместно с такой масштабируемой распределенной инфраструктурой как Hadoop, расширяет пределы информационной емкости, позволяя организовывать хранилища данных, поддерживающие петабайты информации. В подобной архитектуре преимущества Hadoop предоставляют возможность реализовывать алгоритмы пакетной обработки данных (в задачах, для которых время отклика не является критичным), архивации и ретроспективного анализа данных (доступ к которым не требует оперативности реального времени). Hadoop в этом случае используется для агрегации результатов из различных источников, предметных областей с последующей репликацией репрезентативной выборки в SAP HANA, в которой уже происходит ассемблирование и реализация сложных аналитических расчетов и формирования отчетности, построения планов и прогнозов. Одним из наиболее красноречивых примеров прикладного использования технологий SAP HANA и Hadoop инфраструктуры является архитектура, реализованная компанией Mitsui Knowledge Industry (MKI), применяющаяся для сборки и анализа генома человека при диагностировании и лечении онкологических заболеваний в процессе сравнения ДНК заболевших с ДНК здоровых пациентов³.

Возвращаясь к задаче диагностики и обработки данных, поступающих с датчиков и сенсоров, то для этого существует класс технологий для управления потоками событий. В SAP такое решение носит название Event Stream Processor (ESP) – in-memory технология, позволяющая «на лету» обрабатывать гигабайты разнородных данных, неупорядоченных, поступающих в реальном времени из самых разных источников, таких как смартфоны, сети, датчики, электронные письма и

¹ От хранения к комплексным решениям <http://www.osp.ru/cw/2013/31/13038760/>

² Внедрение SAP HANA в "Сургутнефтегаз" <http://sapland.ru/news/vnedrenie-sap-hana-v-surgutnephtegaz.html>

³ MKI improves Genome Analysis with SAP HANA <http://www.saphana.com/docs/DOC-3641>

прочее. Подобная архитектура используется в компании Сургутнефтегаз для мониторинга состояния паровых котлов.

Big Data, как любая инфраструктурная технология, оказывают влияние на всю цепочку создания стоимости посредством целого ряда экстерналий: через новые и усовершенствованные бизнес-процессы, снижение издержек и повышение прибыльности, формирование конкурентных преимуществ и окупаемость инвестиций. Однако в конечном итоге эффективность деятельности предприятия определяется вполне измеримыми группами показателей, такими как ликвидность, оборачиваемость, рентабельность, финансовая устойчивость. Т. е. **проект по Big Data должен являться частью корпоративной стратегии**. И вот если новая или усовершенствованная производственная функция, реализованная не без помощи Big Data, в конечном итоге позволила улучшить эти показатели, то можно сказать, что это и есть экономический эффект. К примеру, компания М.Видео с внедрением инноваций от SAP получила возможность реализовать инструмент для операционного планирования – выход товаров с ЦРЦ в кубометрах, штуках, по региональным складам и магазинам до уровня SKU – в системе, что позволяет компании поддерживать процесс распределения товара на должном уровне⁴. А компания Эльдорадо получила возможность управления своими маркетинговыми кампаниями и ценами на продукцию в реальном времени, повышая рентабельность бизнеса и увеличивая выручку от реализации продукции теми способами, которые ранее не были возможны⁵.

Таким образом, если принять во внимание, что измерением времени является поколение, то в случае с технологией таким поколением несомненно являются Big Data. По мнению аналитиков Big Data еще не достигли своего пика ожиданий и обладают весьма мощным потенциалом как минимум на ближайшие 4-5 лет. Основной дифференциатор Big Data заключается не только в скорости обработки данных в единицу времени, не в том, что они могут быстро обрабатывать огромные массивы данных, а в том, что эти технологии позволяют преодолеть информационный барьер, избежать комбинационного взрыва, вызванного фрагментацией обработки информации, и с помощью них мы можем строить открытые гетерогенные системы, позволяющие перейти с уровня операционной эксплуатации ИТ на уровень получения реальных конкурентных преимуществ в бизнесе.

⁴ Бизнес на турбо скорости: «М.Видео» внедрила SAP BW on SAP HANA на платформе Hitachi <http://sapland.ru/news/biznes-na-turbo-skorosti-m-video-vnedrila-sap-bw-on-sap-hana-na-platforme-hitach.html>

⁵ История успеха Компания Эльдорадо.
http://www.itelligence.ru/documents/SS_Eldorado_RU_0313_final.pdf

Вероятно в этом-то и заключается объективность градиента развития современных технологий.

Полезные ссылки:

- Все о больших данных и технологии SAP HANA: www.saphana.com
- Открытые технологические курсы онлайн: open.sap.com
- Аудио и видео лекции – SAP HANA Academy: www.saphana.com/community/hana-academy
- Книга и приложение Human Face of Big Data: humanfaceofbigdata.com/
- Книга SAP HANA Essentials: www.saphanabook.com/
- Сценарии использования SAP HANA: www.saphana.com/community/implement/use-cases
- SAP Developer Center: developer.sap.com
- Попробовать SAP HANA: www.saphana.com/community/try
- SAP Student Entrepreneurship Program: ideas.sap.com/ua
- Программа SAP для старт-апов: saphana.com/community/learn/startups

ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЙ ЭНЕРГОАНАЛИЗАТОР ТИПА ДВОЙНОГО ФИЛЬТРА

А. А. Адыканова, Ж. М. Сулейменова

Карагандинский государственный университет им.Е.А. Букетова

В практике энергоанализа пучков заряженных частиц бездисперсионные электростатические энергоанализаторы типа двойного фильтра используются давно. Они включают себя отдельные наборы концентрических сферических сетчатых электродов, один из которых является высокоэнергетическим фильтром пучка заряженных частиц, второй – низкоэнергетическим. Один из серьезных недостатков существующих энергоанализаторов типа двойного фильтра связан с работой фильтра низких энергий, который располагается эксцентрично по отношению к фильтру высоких энергий, и состоит в том, что при отражении пучка вершины траекторий, соответствующие одной и той же кинетической энергии, но различным углам наклона α , попадают на различные эквипотенциальные поверхности отражающего поля фильтра. Этот недостаток ставит предел достижимому разрешению по энергии, который в ряде случаев составляет $\sim 10\%$.

Рассчитана схема полудисперсионного энергоанализатора типа двойного фильтра. Предлагается использовать систему, состоящую из двух сферических зеркал и одного цилиндрического зеркала. После прохождения пучка заряженных частиц через первое сферическое зеркало (высокоэнергетический фильтр), где отсекается низкоэнергетическая часть спектра, прошедший пучок поступает в цилиндрическое зеркало и испытывает диспергирующее действие поля. Второе сферическое зеркало, расположенное на выходе и выполняющее функцию низкоэнергетического фильтра, работает в режиме внешнего отражения пучка. Оно также отражает частицы из малого энергетического интервала, примыкающего к низкоэнергетическому краю спектра, выделенного первым фильтром. Система содержит достаточное число свободных параметров, представляется возможным выбрать их так, чтобы существенно ослабить зависимость глубины проникновения частиц от угла входа и тем самым сузить разрешаемую энергетическую полосу фильтра низких энергий.

Относительное энергетическое разрешение предлагаемой схемы составляет $\sim 1\%$. Рассчитаны электронно-оптические параметры энергоанализатора типа двойного фильтра.

Научный руководитель – д-р PhD Ж. Т. Камбарова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАЦИЙ АМПЛИТУДЫ ИСПУЛЬСНЫХ ОНЧ РАДИОСИГНАЛОВ ОТ ГРОЗОВЫХ РАЗРЯДОВ, ПРОХОДЯЩИХ НАД ЭПИЦЕНТРАМИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

В. В. Аргунов

Институт космофизических явлений и аэронауки им. Ю. Г. Шафера
СО РАН, г. Якутск

Поиск предвестников землетрясений ведется по многим направлениям, однако до сих пор не выявлено ни одного способа уверенного предсказания этих катастрофических природных явлений. Это обусловлено тем, что каждое землетрясение, по сути, является уникальным событием. Поэтому краткосрочный прогноз землетрясения, по нашему мнению, возможен только с одновременным использованием набора методов. К числу таких методов следует отнести и мониторинг возмущений в нижней ионосфере, обусловленных сейсмическими процессами, предвещающими землетрясения. Возмущения в нижней ионосфере в виду небольших значений электронной концентрации трудно регистрировать ионозондами, хотя возмущения спорадических слоев в E-области ионосферы обнаруживаются в связи с предстоящими землетрясениями. В то же время, как известно, ионосферные возмущения хорошо проявляются в вариациях параметров низкочастотных радиосигналов, проходящих над сейсмоактивными областями. Однако для более или менее точного определения областей предстоящего землетрясения потребуется широко развитая сеть радиоприемных станций в сейсмоактивных регионах. Нами в качестве дополнительного метода предлагается мониторинг сейсмических возмущений в нижней ионосфере по естественным радиоизлучениям - по электромагнитным сигналам грозových разрядов (атмосферикам). Метод позволяет вести азимутальное сканирование возмущений из одного приемного пункта, а в летний грозовой сезон не исключена вероятность даже грубо локализовать область возмущения. Эффекты землетрясений и их предвестников проявляются в виде возрастания средней амплитуды атмосфериков.

Так же в данной работе проведены исследования вариаций амплитуды грозových сигналов, проходящих над глубокофокусными землетрясениями. Результаты указывают на возможное различие характера влияния землетрясений на параметры нижней ионосферы в зависимости от их глубины.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук В. А. Муллаяров

СИСТЕМА ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ПУШКИ ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОГО МЕТОДА “ВИХРЕВОГО УДЕРЖАНИЯ” ПЛАЗМЫ В ОТКРЫТОЙ ЛОВУШКЕ

Э. Е. Бамбуца

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Открытые ловушки являются важнейшей ветвью современных термо-ядерных исследований. В последнее время найдены научные и технологические решения, которые позволяют существенно продвинуться по параметрам плазмы в установке следующего поколения. Одним из таких усовершенствований является электронная пушка, которую предполагается использовать для инъекции электронных пучков в газодинамическую ловушку. Эти пучки призваны выполнять две ключевые функции:

1. Управление радиальным профилем электрического потенциала плазмы, что необходимо для преодоления влияния МГД неустойчивостей на удержание частиц и энергии;

2. Дополнительный нагрев электронной компоненты плазмы.

Инъекция электронного пучка в плазменную ловушку сильно отличается от стандартных задач и требует специфичных параметров системы питания. Ожидается, что параметры ЭП в эксперименте будут следующими: анодное напряжение – 40-50 кВ, ток пучка 10-15 А, длительность работы – 0.2-0.3 мс.

Для этой задачи был спроектирован высоковольтный модулятор. Инновационными элементами данного источника являются быстрые твердотельные высоковольтные ключи, которые заменили каскад “медленных” тиристоров. Они состоят из IGBT транзисторов IXGH16N170 с максимальным рабочим напряжением 1700в, подключаемых последовательно для достижения необходимого рабочего напряжения. Для защиты транзисторов от возможных перенапряжений параллельно были включены варисторы RV1X. Для обеспечения быстрого включения и выключения транзисторов затворами транзисторов управляют специализированные микросхемы – драйверы HCPL3180.

Создание подобного комплекса позволило достигнуть необходимых значений напряжения и при этом получить высокоэффективную защиту по току.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук Р. В. Воскобойников

УСКОРИТЕЛЬ ЭЛЕКТРОНОВ ЭЛВ-4 Д ЛЯ СКОРОСТНОЙ РЕНТГЕН ТОМОГРАФИИ

К. А. Брызгин

Институт Ядерной Физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск

Метод скоростной рентген-томографии позволяет в режиме реального времени видеть внутреннюю структуру различных объектов. Рентген-излучение, полученное торможением электронов, проходит сквозь объект и регистрируется детектором. Пучок электронов сканируется вдоль некоторой области, таким образом, точка рентген-излучения постоянно перемещается. Обработывая сигнал с детектора, восстанавливается полная трехмерная картина исследуемого объекта. Сегодня уже существует установка, работающая на энергии электронов 150 КэВ, способная делать 7000 снимков в секунду с пространственным разрешением 1 мм. Сейчас этот принцип расширяется в область высоких энергий для исследования более масштабных объектов. В качестве источника электронов предлагается использовать ускоритель электронов ЭЛВ-4 (1 МэВ). Ускоритель представляет собой высоковольтный выпрямитель, к которому подключена ускорительная трубка с LaB_6 катодом.

Одним из факторов, негативно влияющим на процесс томографии, являются пульсации ускоряющего напряжения, которые приводят к нежелательным флуктуациям положения пучка и модуляции интенсивности рентген-излучения. В рамках данной работы были придуманы и реализованы эффективные решения, подавляющий этот эффект: были увеличены фильтрующие емкости на секциях высоковольтного выпрямителя и на входе инвертора частоты. Это позволило уменьшить пульсации до $\pm 5\%$ при токе пучка 100 мА на энергии 1 МэВ. В работе подробно описан датчик пульсаций и различные реализованные способы его калибровки.

Другой негативный фактор: пульсации тока пучка, которые приводят к модуляции рентген-излучения. Было установлено, что причиной этому являлся эффект Шоттки. Величина колебаний электрического поля около катода определялась емкостным делителем, возникающим между элементами конструкции ускорителя. Добавление дополнительных емкостей в конструкцию ускорителя позволило изменить параметры емкостного делителя и ограничить пульсации тока пучка до $\pm 0.25\%$.

Описанные решения будут применены на ускорителе с выносной трубкой для более эффективного облучения исследуемого объекта.

Научный руководитель – д-р техн. наук Н. К. Куксанов

РАЗРАБОТКА ТЕСТЕРА ВЧ-СТАНЦИИ БУСТЕРА КОМПЛЕКСА NICA

М. Ю. Васильев

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

В настоящее время в Институте Ядерной Физики разрабатывается ВЧ-станция для бустера комплекса NICA (Nuclotron-based Ion Collider facility, ОИЯИ, г. Дубна). Бустер данного комплекса представляет собой синхротрон, поэтому, контроллер ВЧ-станции подстраивает частоту ускоряющего напряжения в соответствии с показаниями датчика магнитного поля с тем, чтобы обеспечить неизменность радиуса равновесной орбиты. Обеспечиваемая точность измерений поля не хуже 10^{-4} . Синхронизация с СУ бустера обеспечивается 7 триггерными сигналами, представляющими из себя импульсы тока с амплитудой 100мА, длительностью 5мкс и передним фронтом 100нс. Цикл ускорения длится 3 с., скорость нарастания поля на линейном участке – 12 кГс/сек.

Для запуска и проверки контроллера и всей ВЧ-системы требуется тестовый модуль. Автором было разработано устройство, имитирующее полный цикл работы бустера: генерацию сигналов датчика магнитного поля с точностью ~0.01%-0.001% и формирование последовательности синхроимпульсов для блока управления ВЧ-станцией. Блок тестера планируется использовать не только при наладке, но и в ходе эксплуатации бустера, поэтому необходимо предоставить два режима работы: режим передачи сигналов с комплекса и режим имитации этих сигналов.

Структурно модуль можно разделить на несколько функциональных блоков: блок цифрового управления, имитатор и мультиплексор. Мультиплексор осуществляет переключение между источниками сигналов в зависимости от выбранного режима. Имитатор сигнала датчика магнитного поля реализован на ЦАП DAC8331 с разрядностью 16 бит, и точностью ~1LSB. Блок цифрового управления на основе процессора LPC2478 обеспечивает Ethernet-интерфейс для взаимодействия с СУ бустера, а также генерацию синхроимпульсов и управление ЦАП и мультиплексором.

Научный руководитель – канд. тех. наук Г. А. Фатькин

ИССЛЕДОВАНИЕ ИМИТАТОРА РЕЗИСТИВНОГО ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

М. Н. Волочаев

Сибирский государственный аэрокосмический университет
им. ак. М. Ф. Решетнева, г. Красноярск

Имитаторы аккумуляторных батарей (АБ) широко применяются при испытаниях автономных объектов: космических аппаратов, подводных аппаратов и т. п. Для испытаний системы контроля параметров АБ имитаторы АБ должны содержать имитаторы датчиков температуры (ИДТ) АБ, обычно, резистивного типа для проверки штатных и аварийных режимов. Сопротивление ИДТ должно изменяться в широком диапазоне с малой дискретностью и высокой точностью.

В работе рассмотрены вопросы обеспечения требуемых параметров ИДТ. На рис. 1 представлена функциональная схема ИДТ. Принцип работы основан на изменении выходного сопротивления полевого транзистора в зависимости от опорного напряжения U_{OP} .

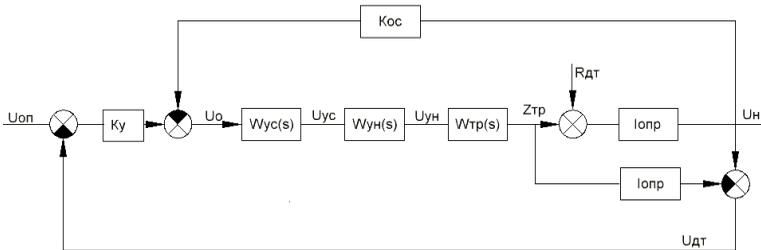


Рис. 1. Функциональная схема ИДТ

U_{OP} – опорное напряжение; K_y – коэффициент предусилителя; $W_{yc}(s)$ – передаточная функция усилителя-сумматора; $W_{ун}(s)$ – передаточная функция усилителя напряжения; $W_{тр}(s)$ – передаточная функция транзистора; $R_{дт}$ – сопротивление датчика тока; $I_{опр}$ – ток опроса;

Значение выходного сопротивления ИДТ ($Z_{дт}$) определяется выражением:

$$Z_{дт} = \frac{U_{н}}{I_{опр}} = \frac{U_{оп} \cdot K_y \cdot W_{yc}(s) \cdot W_{ун}(s) \cdot W_{тр}(s) + R_{дт}}{1 + W_{yc}(s) \cdot W_{ун}(s) \cdot W_{тр}(s) \cdot I_{опр} \cdot K_{yc}}$$

Научный руководитель – канд. тех. наук Е. А. Мизрах

МАЛОГАБАРИТНЫЙ ГЕНЕРАТОР БЫСТРЫХ НЕЙТРОНОВ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРИМЕНЕНИЙ

Е. С. Гришняев

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск

Современные ускорительные генераторы нейтронов применяются для активационного элементного анализа веществ, в частности для нейтронного каротажа – скважинного измерения характеристик литосферы при облучении её нейтронами с целью оценки нефте- и газонасыщенности формации и определения расположения нефтяных и газовых коллекторов.

В ИЯФ СО РАН ведётся разработка генератора нейтронов на отпаянной нейтронной трубке для аппаратуры нейтронного каротажа. Разрабатываемый генератор представляет собой комбинацию умножителя Кокрофта-Уолтона и отпаянной газонаполненной дейтериевой нейтронной трубки со следующими номинальными параметрами: ускоряющее напряжение 80 кВ, ток ионов 50 мкА, выход нейтронов 10^6 с^{-1} . Главное отличие разработанной нейтронной трубки от аналогов, выпускаемых российской промышленностью, – это применение источника ионов с накаливаемым катодом и низким (200 В) анодным напряжением, что позволяет добиться длительности фронтов нейтронных вспышек в импульсном режиме работы менее 800 нс. В качестве источника дейтерия использован геттер St101 производства SAES Getters.

В данной работе изложены результаты испытания первого прототипа генератора нейтронов. Показано, что отпаянная нейтронная трубка остаётся работоспособной более 9 месяцев, ресурс первой нейтронной трубки, приведённый к номинальному режиму работы (ускоряющее напряжение 80 кВ, ток ионов 50 мкА), составил 70 ч, длительность фронтов нейтронных вспышек в импульсном режиме составляет около 500 нс, нейтронный выход в номинальном режиме составил $3 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$ вследствие разбавления дейтерия протием, содержащимся в геттере St101, и распыления титана с медной подложки мишени.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук С. В. Полосаткин

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ФАЗОЙ СВЧ-МОЩНОСТИ КЛИСТРОНОВ КОМПЛЕКСА ВЭПП-5

А. А. Гуров

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Форинжектор ВЭПП-5 является источником интенсивных электронных и позитронных сгустков с энергией 510 МэВ и предназначен для обеспечения работы экспериментальных установок, входящих в состав данного ускорительно-накопительного комплекса. С выхода блока задающего генератора ВЧ-сигнал поступает на вход блока управления фазой. В задачу данного устройства входит манипуляция фазой ВЧ-сигналов, что необходимо для работы системы умножения мощности, и управление фазой ВЧ-мощности на выходе клистрона. От быстродействия фазовращателей и точности установления фазы зависит энергия пучка, набранная в ускорительной секции.

Разрабатываемый блок управления фазой будет работать на частоте 1428 МГц, и представит из себя четырехканальное устройство, каждый канал которого включает в себя:

- плавно регулируемый фазовращатель 0-180 градусов, необходимый для подстройки фазы СВЧ мощности питающей ускоряющие секции форинжектора
- двухпозиционный фазовращатель 0/90 градусов, осуществляющий переворот фазы СВЧ сигнала, необходимый для работы устройства умножения мощности
- управляемый аттенуатор для компенсации потерь в фазовращателях
- входной и выходной буферы обеспечивающие развязку блока управления фазой от канала ВЧ и согласование с каналом
- плату цифро-аналогового управления основными элементами устройства
- модуль самодиагностики, контролирующей общую работоспособность системы, входную и выходную мощность сигналов и температурную стабильность работы.

Вся ВЧ часть блока выполняется по микрополосковой технологии. Это позволяет достичь высокой точности выставления фазы и амплитуды ВЧ-сигнала.

Научный руководитель – Д. П. Суханов

**РАСЧЕТ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ОНДУЛЯТОРА
С ПЕРЕМЕННЫМ ПЕРИОДОМ ДЛЯ ВТОРОЙ ОЧЕРЕДИ
НОВОСИБИРСКОГО ЛСЭ**

И. В. Давидюк

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Новосибирский лазер на свободных электронах (ЛСЭ) является на сегодняшний день наиболее интенсивным источником терагерцового излучения, представляющего интерес для исследователей во многих областях науки. В ЛСЭ энергия релятивистских электронов преобразовывается в энергию электромагнитной волны при помощи ондулятора - устройства, создающего на участке траектории электронов знакопеременное периодическое магнитное поле. Изменяя распределение магнитного поля в ондуляторе, можно перестраивать длину волны излучения. Одним из параметров, влияющих на длину волны, является период ондулятора, меняя который, можно получить более широкий диапазон перестройки, чем в случае изменения амплитуды магнитного поля. Данный способ перестройки частоты на действующих установках ранее не использовался.

Целью данной работы является исследование возможности использования ондулятора с переменным периодом на второй очереди Новосибирского ЛСЭ, а также расчет магнитного поля такого ондулятора и определение его параметров. Предполагается использовать конструкцию из направляющей опоры и отдельных магнитных блоков, а перестройку периода производить изменением положения двух крайних закрепленных блоков.

В ходе данного исследования были проанализированы различные варианты конструкции магнитных блоков ондулятора, проведено двумерное и трехмерное моделирование распределения магнитного поля, и выполнена оптимизация параметров геометрии ондулятора с целью получения максимального диапазона перестройки частоты излучения. Также были получены требования на точность изготовления и выставки магнитных блоков. Кроме того, было исследовано влияния перестройки периода на компенсацию краевых полей и поперечную фокусировку пучка.

Использование ондулятора с переменным периодом, рассмотренного в данной работе, позволит улучшить параметры Новосибирского ЛСЭ.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук О. А. Шевченко

**ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОСТРОЕНИЯ
МНОГОКАНАЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ СИСТЕМЫ
ИЗМЕРЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В
УСКОРИТЕЛЕ ЛИУ-20**

А. А. Журавлёв

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Многоракурсный рентгенографический комплекс ЛИУ-20, работы над созданием которого ведутся в настоящий момент в ИЯФ, будет оснащен сложной системой отклонения пучка. Прямолинейные пролетные участки, свободные от фокусирующих, направляющих и ускоряющих систем, особенно подвержены влиянию остаточных и наведенных магнитных полей. Пучок заряженных частиц, пролетая такой прямолинейный участок, находится в состоянии неустойчивого равновесия, и любое незначительное отклонение магнитного поля способно привести к потере пучка. Поэтому, особенно актуальной является задача измерения малых магнитных полей.

Целью данной работы является поиск наилучшего метода построения системы для измерения остаточных магнитных полей, находящихся на уровне $\sim 0,1$ Гс, и практическое применение этого метода для многоканальной системы измерения остаточных магнитных полей ускорителя ЛИУ-20.

При выполнении работы рассматривались варианты реализации датчиков на основе эффекта Холла, ядерного магнитного резонанса и электромагнитной индукции – феррозонды. Особое внимания уделяется феррозондам, как наиболее подходящим по предъявляемым требованиям.

Работа заключается в создании многоканальной аппаратуры, осуществляющей диагностику малых магнитных полей.

При конструировании феррозонда необходимо учитывать неидеальность потокосцепления при согласовании катушек индуктивности и тот факт, что сам феррозонд создает магнитные поля.

В докладе отражен расчет и практическая реализация опытного образца феррозондового датчика. Так же описан метод теоретического расчета феррозонда на ферритовом кольце и способы его калибровки.

Научный руководитель – А. В. Павленко

ЛИНИЯ СЛОЖЕНИЯ ВЧ МОЩНОСТИ

В. В. Козлов

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Одной из актуальных задач радиофизики является создание ВЧ систем питания для ускорительных комплексов.

В ИЯФ СО РАН ведутся работы по созданию системы ВЧ питания для ускорительного комплекса, расположенного в ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ, г. Саров. Система ВЧ питания должна выдавать 540 кВт непрерывной мощности на выходе для обеспечения работы ускорительного комплекса. Система ВЧ питания состоит из линии сложения ВЧ мощности и трех генераторов, расположенных на расстоянии $\lambda/2$ друг от друга, с рабочей частотой 100 МГц и генерируемой мощностью 180 кВт каждый.

Линия сложения состоит из ленточной линии длиной $3\lambda/2$, переменного трансформатора сопротивления на одном конце и подстройки реактивности на другом.

Важным вопросом в работе линии сложения ВЧ мощности является согласование генераторов мощности с резонатором ускорителя. В режиме согласования вся мощность от генераторов передается в резонатор. Режим согласования генераторов с резонатором можно получить с помощью переменного трансформатора сопротивления и элемента подстройки реактивности.

Переменный трансформатор сопротивлений представляет собой четвертьволновую ленточную линию с двумя центральными проводниками, расстояние между которыми может изменяться. Трансформатор служит для того, чтобы привести к генераторам сопротивление, обеспечивающее режим генерации.

Элементом подстройки реактивности является ленточная линия с двумя центральными проводниками, закороченными на корпус. Расстояние между проводниками также может изменяться и служит для компенсации реактивности в линии сложения, возникающей из-за неидеальности ее составляющих.

Целью работы является расчет трансформатора и подстройки реактивности для обеспечения режима согласования в линии сложения.

В данной работе приведены расчётные зависимости трансформируемого сопротивления трансформатором и подстройкой от расстояния между центральными проводниками.

Научный руководитель – К. Н. Чернов

СЕМЕЙСТВО ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ОСЦИЛЛОГРАФИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ ПОДСИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ УСТАНОВКИ ЛИУ-20

Е. С. Котов

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

В настоящее время в ИЯФе ведутся работы над ускорителем ЛИУ-20. В нем происходит большое число импульсных процессов, которые порождают особый класс измерений. Характерные длительности измеряемых сигналов составляют от сотен до десятков наносекунд. Для успешной регистрации таких сигналов необходимо иметь осциллографические модули, обладающие высокой производительностью.

Целью данной работы является построение серии высокоскоростных осциллографических модулей (ОМ) на базе единой аппаратной платформы. Предполагается три варианта исполнения: четырех-, двух- и одноканальный с частотой выборки 250 MSPS, 500 MSPS и 1 GSPS соответственно.

Единая аппаратная база подразумевает под собой неизменную часть всех устройств серии, включающую четыре АЦП с частотой выборки 250 MSPS, цифровую управляющую логику, схемы калибровки, синхронизации и тактирования. Различные варианты ОМ получают путем замены блока входного усилителя и программной переконфигурации схемы тактирования. В версии ОМ с частотой выборки 500 MSPS АЦП попарно подключаются на один канал и тактируются со сдвигом фаз 180° . В случае же 1 GSPS все АЦП получают на вход одинаковый сигнал и тактируются со сдвигом фаз 90° .

При такой работе необходимо учитывать неидеальность их синхронизации, которая определяется неравенством задержек в сигнальном тракте и тракте тактирования, которые зависят от массы внешних факторов, и, следовательно, нестационарны. В связи с этим необходима периодическая калибровка, в результате которой измеряются задержки каждого АЦП, и последующая корректировка данных.

В докладе описана структура аппаратной и программной частей. Описан метод калибровки АЦП и коррекции выходных данных. Так же представлены полученные характеристики тракта аналого-цифрового преобразования.

Научный руководитель – А. В. Павленко

РАЗРАБОТКА ИСТОЧНИКА ТОКА НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНОГО СТАБИЛИЗАТОРА НА 50А

А. А. Кремнев

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН
Новосибирский государственный университет

В настоящее время в Институте ядерной физики СО РАН разрабатывается источник питания магнитных систем различного применения. Выходная мощность преобразователя 1,2кВт. Источник проектируется с выходным током до 50А и выходным напряжением 25В. Проектная точность выходных характеристик составляет 0,001%. Источник построен по следующей схеме: трехфазный тиристорный ключ, развязывающий трансформатор, неуправляемый трехфазный выпрямитель, выходной линейный стабилизатор.

Управляющая электроника состоит из нескольких блоков: плата синхронизации, плата управления, плата поджига тиристоров, плата усилителя сигнала ошибки и драйвера линейного стабилизатора, а также платы измерения выходного тока и напряжения.

Плата синхронизации измеряет значения входного тока и напряжения, эти значения передаются в плату управления, которая формирует сигналы отпираания/запираания тиристоров. Измеренные значения выходного тока и напряжения передаются в плату усилителя сигнала ошибки, которая формирует сигнал управления линейным стабилизатором.

Плата управления содержит схему защиты по входному току и схему защиты от перегрева, а также схему измерения температуры, выходного напряжения и выходного тока. Плата управления содержит внешний аналоговый вход управления, а также возможность передачи данных посредством UART. Внутренняя логика схемы платы управления базируется на ПЛИС ALTERA и микроконтроллере Atmel.

К настоящему моменту разработана схема источника тока, включая принципиальные схемы всех блоков. изготовлена и собрана управляющая электроника, написано программное обеспечение. В настоящее время проводятся испытания источника.

Научный руководитель – К. М. Горчаков

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЯ СОБЫТИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ПРИ СЛОЖНОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКЕ

М. А. Кручинин, Г. В. Ситников

Новосибирская государственная академия водного транспорта

Кондуктивные низкочастотные электромагнитные помехи (ЭМП) в электрических сетях общего назначения всех классов напряжения, появляющиеся при нарушениях показателей качества электроэнергии (ПКЭ) нарушают электромагнитную совместимость технических средств (ЭМС ТС). Эти ЭМП представляют интерес, как с точки зрения фундаментальных исследований, так и с точки зрения практической потребности их подавления.

Среди ПКЭ, обозначенных в ГОСТ Р 54149–2010 и ГОСТ 13109–97, особое место занимают те, что не могут быть получены через прямые измерения, а только после проведения анализа электрического сигнала. Это показатели, которые определяются по усреднённым интервалам (коэффициенты искажения синусоидальности кривой напряжения и n -й гармонической составляющей, отклонение частоты, установившееся отклонение напряжения, коэффициенты несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательностям).

При нарушениях (нестандартных значениях) этих ПКЭ, строго говоря, показания щитовых электроизмерительных приборов не являются параметрами электромагнитной обстановки (ЭМО). В этом случае по ним можно только косвенно судить о функционирующих в электрических сетях электромагнитных процессах, которые нарушают ЭМС ТС. Нестандартные значения ПКЭ формируют поле событий.

Работа посвящена исследованию взаимосвязей электромагнитных процессов в электрических сетях общего назначения с ЭМС ТС, воздействуя на которые можно повысить качество функционирования систем электроснабжения. Целью работы является развитие теоретических основ кондуктивных низкочастотных ЭМП, которые позволили бы разрабатывать технические решения по их подавлению.

Кондуктивные низкочастотные ЭМП по коэффициенту несимметрии напряжений по обратной последовательности обнаружены в ВЛ (35–110) кВ с низкими интегральными характеристиками. Авторами разработан стохастический метод расчёта сверхдопустимой однофазной нагрузки в сетях общего назначения, устранение которой обуславливает ЭМС ТС.

Научный руководитель – д-р техн. наук Е. В. Иванова

ЗАПИСЬ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ГОЛОГРАММ В СИСТЕМАХ НАРУШЕННОГО ПОЛНОГО ВНУТРЕННЕГО ОТРАЖЕНИЯ ТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА

М. С. Митьков

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный технический университет

Спектроскопия в терагерцовом (ТГц) диапазоне привлекает в последнее время повышенный интерес, особенно в биомедицинских приложениях. Одной из трудностей в ТГц спектроскопии биологических субстанций является очень сильное поглощение последних. В частности, вода, почти всегда присутствующая в них, имеет очень большой коэффициент поглощения. Одним из решений проблемы является использование спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО). Суть её состоит в измерении коэффициента отражения от образца, помещаемого на поверхность прозрачного вещества с высоким коэффициентом преломления. В этом случае коэффициент отражения остается макроскопическим, но содержит информацию о комплексном показателе преломления образца.

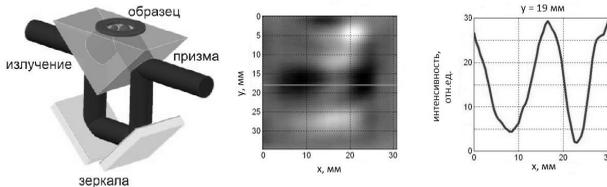


Рис. 1. Схема записи и результат восстановления
изображения двух капель воды

Одной из практических проблем при использовании этого метода в «изображающем» его варианте является то, что рабочая поверхность оказывается наклонной по отношению к оптической оси системы. Ранее на Новосибирском лазере на свободных электронах резкое изображение в НПВО спектрометре получали сканированием плоскости детектора вдоль оптической оси с последующим синтезом изображения. Этот способ не пригоден для получения изображений, например, динамически меняющихся объектов. В данной работе мы приводим результаты по записи и восстановлению изображений рабочей поверхности в НПВО-системе голографическим методом, впервые реализованном в терагерцовом диапазоне (рис.1).

Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, проф. Б. А. Князев

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА ДЛЯ КОМПЛЕКТА БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ

Б. О. Михайлов

Новосибирский государственный университет

Бортовой Диагностический Комплекс предназначен для установки на одном из космических аппаратов Глонасс-К и включает в себя два Блока Датчиков Давления, Алмазный Детектор Ионизационного Излучения, четыре Датчика Электрического Поля и Блок Электроники. В число измеряемых БДК параметров входят помехи в цепях питания и на корпусе Космического Аппарата, электростатические поля, давление, температура, а, так же, информация о накопленной дозе и потоках частиц. Данный набор параметров позволяет оценить выработанный ресурс спутника и оставшееся время жизни космического аппарата.

Наиболее важную роль в функционировании Бортового Диагностического Комплекса играет Блок Электроники. Центральный модуль которого отвечает практически за весь информационный обмен с Бортовым Информационно-Вычислительным Комплексом. Для связи с которым используется стандарт МКО и 38 параметров сигнальной телеметрии, генерируемые центральным процессором. Кроме того, в число основных функций модуля информационного обмена блока электроники входит: формирование и запись системных и информационных кадров в собственное запоминающее устройство, отсчет времени по собственной шкале и его синхронизация с бортовой шкалой времени, исполнение командных сообщений, приходящих из бортового информационно-вычислительного комплекса.

В рамках данной работы описана программируемая логика для FPGA, а, так же, определено содержание информационных и системных кадров данных и телеметрической информации. Внесены изменения в количество и назначение используемых подадресов на шине МКО. Также разрабатываются алгоритмы взаимодействия с собственным запоминающим устройством и другими приборами, входящими в состав Бортового Диагностического Комплекса.

В виду необходимости высокой степени автономности прибора, ведется рассмотрение и разработка программных методов повышения надежности работы центрального модуля.

Научный руководитель – канд. техн. наук Ю. М. Прокопьев

РАЗРАБОТКА ИМПУЛЬСНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ ВРЕМЯПРОЛЕТНОЙ ДИАГНОСТИКИ ИОННО-КЛАСТЕРНОГО ПОТОКА АТОМОВ АРГОНА

О. И. Пеньков

Новосибирский государственный университет

В последнее время в России ведутся исследования по получению сверхгладких поверхностей путем полировки ускоренными кластерно-ионными пучками аргона (энергии порядка 20 – 30 кэВ). Таким методом можно полировать поверхности до характерного размера неровностей порядка единиц нанометров. Данная технология имеет перспективу применения в оптике, микроэлектронике. Кроме того, ускоренные кластерные пучки могут использоваться для имплантации, легирования, напыления тонких пленок.

Эффективность такого метода полировки обусловлена тем, что при падении ускоренного кластера на образец в месте столкновения создаются экстремально большие локальные давление и температура. В результате кластер распадается на мономеры, рассеивающиеся преимущественно вдоль поверхности образца, сглаживая неровности на своем пути. Преимущество данного метода полировки, помимо рекордно низких значений шероховатости, заключается в том, что сохраняется кристаллическая структура образца и чистота его поверхности.

Для исследования зависимости эффективности полировки от размера кластеров необходимо измерять состав сформированного потока кластерных ионов, используемых для полировки образца. Учитывая, что отсутствуют серийно выпускаемые масс-спектрометры на диапазон масс до 10^5 а.е.м. (кластер аргона размером 2500 атомов), целью данной работы являлась разработка времяпролетной системы на базе установки ЛЭМПУС-1 для измерения масс-спектра ионно-кластерного потока с разбросом размеров кластеров от единиц до нескольких тысяч атомов аргона в кластере.

Для создания данной системы необходим импульсный источник питания ускоряющей системы, обеспечивающий формирование коротких ионно-кластерных пучков. В работе сконструирован высоковольтный источник, позволяющий формировать прямоугольные импульсы с амплитудой 300 В, длительностью 200 – 2000 нс и фронтами менее 50 нс.

Научные руководители – В. В. Каляда, канд. физ.-мат. наук
Н. Г. Коробейщиков

НОВЫЙ МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ СИНТЕЗАТОРА ЧАСТОТЫ ДЛЯ АТОМНЫХ ЧАСОВ НА ПАРАХ ^{133}Cs

А. А. Петров

Институт физики, нанотехнологий и телекоммуникаций
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

В настоящее время без точных методов измерения времени и частоты невозможна работа мировых телекоммуникационных систем, систем спутниковой навигации и т. д. Квантовые стандарты частоты (КСЧ) являются основными устройствами, обеспечивающими формирование и воспроизведение физической единицы измерения времени и частоты.

Модернизация действующих и разработка новых КСЧ является сложнейшей задачей, результат которой востребован в настоящее время.

В работе представлено одно из направлений модернизации КСЧ на атомах ^{133}Cs , конкретно отдельного блока – синтезатора частоты с целью улучшения метрологических характеристик стандарта частоты, а именно дисперсии Аллана.

В настоящее время метод формирования выходного сигнала синтезатора частоты исчерпал возможности по увеличению точности. Необходима большая разрешающая способность, поскольку точность воспроизведения частоты подмешивания 12,631 МГц напрямую влияет на точность получения резонансной частоты атомного перехода.

Новая конструкция синтезатора частоты разработана с использованием метода прямого цифрового синтеза (DDS – Direct Digital Synthesis). В новой разработанной схеме принципиально новым является использование логического устройства, в данном случае дешифратора и цифро-аналогового преобразователя (ЦАП).

Проведенные исследования работы синтезатора показали уменьшение шага перестройки частоты, улучшение спектральных характеристик выходного сигнала. Расширен диапазон получаемых частот, реализована возможность отстройки на частоту соседнего резонанса спектральной линии, что дает возможность подстраивать среднее поле КСЧ. По результатам испытаний в составе КСЧ получено улучшение метрологических характеристик стандарта частоты, а именно, дисперсии Аллана.

Результаты исследований работы синтезатора частоты в составе КСЧ доказали обоснованность применения данного метода.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук В. В. Давыдов

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ АПЕРТУРЫ МЕТОДОМ ГАРМОНИЧЕСКОГО ТРЕКИНГА

А. С. Польшгалов

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

В современных ускорителях заряженных частиц движение частиц в электромагнитном поле является существенно нелинейным. Это обусловлено наличием секступольных линз, которые необходимы для компенсации натурального хроматизма, и которые вносят значительный вклад в нелинейность электромагнитного поля.

В работе приводятся результаты исследования нелинейной динамики циклического ускорителя. В качестве основного возбудителя нелинейных полей выступают секступольные линзы, внесенные в уже готовую магнитную структуру ускорителя в качестве компенсаторов натурального хроматизма.

Перспективным методом исследования периодических нелинейных систем является метод гармонического трекинга. Такой метод можно объяснить следующим образом: здесь коэффициенты гамильтониана и уравнений движения, выражаются набором азимутальных гармоник возмущения. «Включение» и «выключение» отдельных гармоник позволяет понять, что какие из них влияют на движение наиболее определяющим образом, а следовательно, и наметить пути их оптимизации.

В работе описано получение полей секступольных линз и то, как они влияют на гамильтониан в качестве возмущения с квадратичной нелинейностью. На основе гармонического разложения определены уравнения движения частиц, а соответственно и формирование фазового пространства. Также, описана программа, осуществляющая гармонический трекинг путем моделирования, основанного на численном решении гамильтониана возмущения, разложенного в ряд по азимутальным гармоникам. В качестве примера исследуется структура $e+e-$ коллайдера с максимальной энергией 175 ГэВ в пучке и периметром 80 км (проект TLEP), разработка которого начата в этом году в ЦЕРН для прецизионного изучения свойств бозона Хиггса (некоторые элементы структуры TLEP рассчитаны самостоятельно, для более лучшего понимания физики процессов). Структура коллайдера оптимизируется с точки зрения получения максимальной динамической апертуры.

Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук Е. Б. Левичев

ЗАПУСК БЛИЖНЕПОЛЬНОГО ТЕРАГЕРЦОВОГО СКАНИРУЮЩЕГО МИКРОСКОПА С БЛОКОМ НАРУШЕННОГО ПОЛНОГО ВНУТРЕННЕГО ОТРАЖЕНИЯ НА ЛАЗЕРЕ НА СВОБОДНЫХ ЭЛЕКТРОНАХ

Д. Г. Родионов

Институт ядерной физики имени Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный технический университет

Ближнеполюсная микроскопия является одним из новейших методов исследования поверхностей с субволновым пространственным разрешением. В частности, ближнеполюсные микроскопы (БМ) широко используются в видимом диапазоне. В терагерцовом диапазоне пока имеются лишь отдельные опытные образцы БМ, в то время как этот диапазон представляет большой интерес для исследования материалов, метаматериалов и биологических объектов. Один из вариантов БМ был разработан научной группой, состоящей из сотрудников КТИНП СО РАН, ИЯФ СО РАН и НГУ. В данной работе описана концепция и устройство БМ с блоком нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО), а также его установка и первые испытания на Новосибирском лазере на свободных электронах (ЛСЭ).

Ближнеполюсный микроскоп состоит из блока НПВО на основе призмы из низкопроводящего кремния, сканирующего модуля с прецизионным позиционированием субволнового зонда (вольфрамовой иглы) и датчика касания. Разработана система синхронного детектирования излучения, включающая в себя сверхпроводящий болометр на горячих электронах, обладающий быстродействием до 100 пс, и электронную схему, которая накапливает полезный сигнал от импульсов ЛСЭ длительностью 50-100 пс, следующих с частотой 5,6 МГц. Эта система позволяет выделить слабый сигнал, рассеянный зондом, от фонового излучения.

На рабочей станции СПИН были проведены испытания основных функциональных модулей микроскопа, показавшие их работоспособность. В настоящее время проводятся эксперименты по регистрации излучения, рассеянного кончиком зонда, а также модельными объектами (кремниевый порошок, металлические проволочки), помещенными на поверхность элемента НПВО.

Автор благодарен всем участникам работы, объединенными усилиями которых был разработан и создан ближнеполюсный микроскоп.

Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук Б. А. Князев

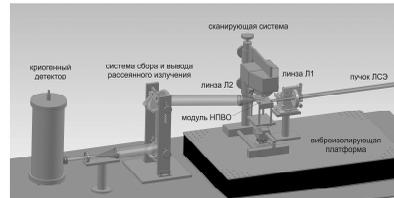


Схема ближнеполюсного сканирующего микроскопа

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОНДУЛЯТОРА МЕТОДОМ ГОДОГРАФА И КОРРЕКЦИЯ ОШИБОК МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СПЕКТРА ИЗЛУЧЕНИЯ

Н. А. Соколов

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Пространственно-периодические магнитные структуры (ондуляторы) широко используются для получения излучения с высокой яркостью в накопительных кольцах, источниках синхротронного излучения, и лазерах на свободных электронах. Ондулятор был предложен в 1947 году В. Л. Гинзбургом.

Знакопеременное магнитное поле, создаваемое плоским ондулятором, заставляет электроны совершать колебания в поперечном направлении. При этом излучение, испущенное отдельными участками траектории, интерферирует. Вследствие конструктивной интерференции спектральная интенсивность излучения вперёд растёт.

Так как бруски магнитного материала, из которых состоит ондулятор, не идеальны (имеют несколько разную намагниченность), то траектория отличается от синусоидальной, что снижает спектральную интенсивность излучения. Нашей задачей было определить, достаточно ли нам такого уровня точности изготовления магнитов, и по возможности уменьшить влияние ошибок намагниченности путем перестановки магнитов.

В данной работе было смоделировано движение электрона в измеренном магнитном поле ондулятора для лазера на свободных электронах Сибирского Центра Фотохимических Исследований. Для оценки влияния ошибок магнитного поля был использован метод годографа амплитуды поля излучения. Сравнение результатов расчетов амплитуды для реального ондулятора со случаем ондулятора из идеальных брусков магнитного материала позволило оценить влияние ошибок намагниченности на максимум спектральной интенсивности излучения.

Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, проф. Н. А. Винокуров

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ МЕТОДА РАСЧЕТА ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ ДЛЯ ИРНР

В. П. Ташлыков

Институт солнечно-земной физики СО РАН
Иркутский государственный технический университет

В технике расчета рупорных антенн существует ряд принятых приближений, которые значительно упрощают решение внутренней и внешней задач теории антенн. Прежде всего, эти приближения касаются распределения амплитуды и фазы электромагнитного поля на излучающей (апертурной) поверхности. Естественно, такие приближения вносят систематическую ошибку в метод расчета рупорных антенн. Данная работа посвящена исследованию влияния систематических ошибок на решение внутренней и внешней задач.

Радар некогерентного рассеяния (РНР), являющийся одним из основных инструментов лаборатории радиофизической диагностики атмосферы института солнечно-земной физики, имеет внушительные размеры апертуры (250 м в длину, 12 м в ширину и 20 м в высоту) и по типу конструкции относится к Н-плоскостным секториальным рупорам. Рабочий частотный диапазон Иркутского радара некогерентного рассеяния – 152-169 МГц (длина волны порядка 2 м). Фидерная система, представляющая собой волноводно-щелевую систему, имеет соответствующие размеры. Поэтому при расчете параметров антенны принципиально важно учитывать не только электромагнитные волны основного типа, но и волны высших типов.

В данной работе проводится анализ и сравнение метода расчета, использующего общепринятые приближения, и точного решения внутренней и внешней задач с учетом специфики конструкции Иркутского РНР. Для волн Н10, Н20 и Н40 численно построено распределение электромагнитного поля в рупоре. Для точного и приближенного методов расчета построены диаграммы направленности рупорной антенны и проведено их сравнение.

-
1. Вайнштейн Л. А. Электромагнитные волны. М.: Радио и связь, 1988.
 2. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Том 6: Электродинамика.

Научный руководитель – В. П. Лебедев

ДИАГНОСТИКА КОГЕРЕНТНОГО ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННОМ КОЛЛАЙДЕРЕ ВЭПП-4М

А. Л. Щеглов

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Современные ускорители на встречных пучках (коллайдеры) позволяют изучать различные эффекты, связанные с физикой пучков заряженных частиц. Одним из интересных и мало изученных экспериментально эффектов, связанных с взаимодействием пучков в месте встречи, является когерентное тормозное излучение (КТИ).

В отличие от синхротронного излучения, вызванного полем магнитных элементов ускорителя, КТИ образуется в поле встречного пучка. Если частицы взаимодействуют с некоторым прицельным параметром порядка $1 \div 6\sigma$ друга от друга, где σ – вертикальный размер пучка, то поле одной частицы вызывает генерацию тормозного фотона от другой.

В данный момент этот эффект практически не изучен экспериментально, несмотря на ясные теоретические предсказания. Например, число фотонов зависит от поперечных размеров пучков $N_\gamma \sim 1/\sigma^2$; спектр имеет ярко выраженную зависимость от длины сгустка σ_z ; число фотонов зависит от тока встречного пучка $N_\gamma \sim I_2^2$; спектр излучения лежит в оптической области.

Данная работа посвящена исследованию КТИ на электрон-позитронном коллайдере ВЭПП-4М. Для регистрации излучения была создана оптическая схема, включающая в себя ПЗС-матрицу - для визуального наблюдения изображения пучков, 4-канальный сцинтилляционный счетчик – для юстировки системы, а также лавинный фотодиод (ЛФД) – для определения сдвига частот колебаний пучка.

Метод регистрации КТИ заключается в следующем: из двух пучков электронов, находящихся на орбите в ВЭПП-4М, один - объявляется калибровочным и движется по равновесной орбите, не испытывая взаимодействия в месте встречи. Второй пучок подвергается воздействию поля кикера, который отклоняет электроны на определенное расстояние ($1 \div 3\sigma$), тем самым моделируя амплитуду КТИ в поле встречного пучка позитронов. При сравнении изображений пучков и спектров их колебаний выделяются зависимости, соответствующие КТИ.

В работе представлены результаты экспериментального исследования КТИ, а также сравнение полученных данных с теоретической моделью.

Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук О. И. Мешков

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ

УДК 539.1.074.3

РЕЗУЛЬТАТЫ КАЛИБРОВКИ ВРЕМЯПРОЛЕТНЫХ СЧЕТЧИКОВ

А. Н. Амирханов

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

В настоящее время в Институте ядерной физики им. Г.И. Будкера проводятся эксперименты с детектором КМД-3 на электрон-позитронном коллайдере ВЭПП-2000. Для определения времени пролета частицы используется времяпролетная система. Цель работы – калибровка данной системы, включающая учет времени задержек, время-амплитудной и других зависимостей. Калибровка необходима для достижения хорошей точности измерения время пролета частицы.

Времяпролетная система детектора КМД-3 состоит из 16 сцинтилляционных пластин, объединенных в правильный восьмиугольник. Частицы, проходя через сцинтилляционные пластины, вызывают в них вспышку света, которая регистрируется ФЭУ, расположенными с двух сторон на каждом счетчике. Время пролета частицы определяется по разнице времени появления световой вспышки в пластине и известному времени столкновения пучков в детекторе. Для определения времени пролета частицы из измеренного времени нужно исключить время распространения сигнала по пластине и время задержек, связанных с прохождением сигналов через регистрирующую электронику.

Для калибровки использовался специальный класс событий, который легко идентифицируется в детекторе – события электрон-позитронного рассеяния. По отобраным событиям была получена зависимость времени распространения сигнала по сцинтилляционной пластине счетчика и время – амплитудная зависимость. Было учтено время распространения сигнала по пластине и время пролета частицы от места столкновения пучков до пластины, что позволило определить неизвестное время задержек и получить необходимые калибровки.

Процесс получения калибровочных коэффициентов был автоматизирован, результаты калибровки были сохранены в базе данных для дальнейшего использования. В работе приведены результаты по данным, набранных при энергиях пучков 508-990 МэВ.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук И. Б. Логашенко

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА НАСТРОЙКИ СЕРВЕРОВ УСТРОЙСТВ ИНЖЕКЦИОННОГО КОМПЛЕКСА ВЭПП-5

Н. В. Атучин

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Система управления инжекционного комплекса ВЭПП- 5 опирается на несколько серверов устройств. Каждый сервер отвечает за несколько устройств ввода-вывода и содержит собственный набор настроек. Необходимо решить задачу настройки серверов установки.

На текущий момент настройки серверов установки фиксируются в конфигурационных файлах. Однако, в случае перенастройки инжекционного комплекса необходимо редактирование данных файлов. В настоящее время их редактирование происходит вручную, что повышает риски ошибок и, соответственно, может инициировать сбой в работе установки. По этой причине, возникает потребность в программном инструменте, позволяющем оптимизировать настройку установки.

В рамках настоящей работы создано программное обеспечение (ПО), призванное автоматизировать процесс модификации конфигурационных файлов. Данное ПО основывается на графовидной базе данных PyCDB (БД), разработанной специально для управлением настройками крупных программных комплексов. В ходе создания указанного ПО были проанализированы текущие форматы файлов и построена подсистема автоматической загрузки/выгрузки этих файлов в указанную БД. Использование в основе графовой БД обеспечивает быстрый доступ к нужным конфигурируемым объектам. Дополнительно снижаются риски появления ошибок редактирования.

Разработанное ПО представляет из локальный веб-сервер доступный операторам инжекционного комплекса. Для создания указанной подсистемы использовалась платформа Django на языке программирования Python.

В настоящее время, разработанное ПО проходит этапы внедрения и отладки в системе управления ускорительным комплексом ВЭПП-5, ИЯФ СО РАН. Построенный алгоритм является весьма универсальным и может быть использован для автоматизации различных многомодульных систем управления.

Научный руководитель – А. В. Макеев

СЕРВЕР ИМЕН КАНАЛОВ УСТРОЙСТВ ИНЖЕКЦИОННОГО КОМПЛЕКСА ВЭПП-5

Н. В. Атучин

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Система управления инжекционного комплекса ВЭПП- 5 состоит из множества независимых модулей. Каждый модуль содержит десятки каналов ввода-вывода информации, регистрируемой в процессе эксперимента. Для предотвращения путаницы и ускорения процессов разработки программного обеспечения (ПО) необходимо решить задачу отождествления имен каналов с их адресами.

В настоящее время каждый канал имеет жестко прописанное вручную имя. Однако названия каналов не соблюдают повсеместно единых правил именования. Вследствие чего усложняется поиск и наблюдение за состоянием каналов. И более того, в таких сложных системах как установка ВЭПП-5 зачастую для разных подсистем удобны собственные принципы именования. По этим причинам, возникает потребность в инструменте, позволяющем организовать эффективное и удобное взаимодействие с каналами.

В рамках настоящей работы создан Device Channels Name Server (DCNS), призванный оптимизировать процесс взаимодействия с каналами. DCNS позволяет присвоить каналам имена. Кроме того DCNS позволяет существовать одновременно нескольким принципам именований. Для хранения имен используется централизованная база данных PyCDB (БД). В указанной БД имеется информация о топологии соединения устройств, что упрощает определение адреса каналов (сервер-контроллер-шина-устройство-канал). Дополнительно, благодаря взаимодействию через единый интерфейс, предоставленный указанным ПО, снижаются риски появления ошибок редактирования. Для создания DCNS использовался высокоуровневый язык Python, а именно платформа Django.

В настоящее время, разработанное ПО проходит этапы внедрения и отладки в системе управления инжекционным комплексом ВЭПП-5, ИЯФ СО РАН.

Научный руководитель – А. В. Макеев

СОЗДАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И ИСПОЛНЕНИЯ ДЕЖУРСТВ НА ИНЖЕКЦИОННОМ КОМПЛЕКСЕ ВЭПП-5

С. Ю. Афондеркин

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Для управления графиком дежурств на установке ВЭПП-5 используется бумажный график дежурств, что затрудняет согласованность исполнения смен. Операторам трудно прогнозировать свое расписание более чем на неделю, так как они совмещают свою работу с учебной и исследованиями. В случае непредвиденных обстоятельств им сложно найти с кем поменяться сменами. Бумажный график плохо поддается изменениям, и не всегда точно отображает действительность. Это мешает составлению отчетов о дежурствах и расчету точной заработной платы.

Для автоматизации работы операторов на установке необходим эффективный инструмент, позволяющий не только планировать рабочие смены, но и следить за их исполнением, помогать составлять отчеты и рассчитывать оплату за проделанную работу.

Была реализована система, которая помогает удобно составлять для операторов рабочий график и вести отчетность о проделанной работе. Система позволяет согласовывать смены с коллегами и руководством. Доступ к ней осуществляется из любого места, где есть Интернет.

В ближайшее время планируется реализовать возможность загружать и хранить данные, полученные в течении смены и с их помощью составлять отчет. Каждый оператор будет иметь свою страницу. Внутри системы можно будет общаться, отправляя сообщения и оставляя комментарии. Отчеты смогут просматривать другие операторы и обсуждать их. Основываясь на проделанной работе, система будет производить точный расчет зарплаты для сотрудников.

Итоговая система будет дополнена считывателями магнитных карт для автоматизации процесса входа в систему и фиксирования начала/конца смены. Так же операторы смогут получать уведомления об изменениях в рабочем графике по электронной почте или SMS.

Научный руководитель – А. В. Макеев

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Д. Е. Баксултанов

Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, г. Астана

На сегодняшний день создание информационной системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха является одним из ключевых направлений развития информационных технологий экологического мониторинга и их инструментальных средств.

В Республике Казахстан, как и во всем мире, существует два норматива методики расчета загрязняющих веществ: предельно допустимая максимально-разовая концентрация и предельно допустимая среднесуточная концентрация. В качестве комплексного показателя, который рассчитывается по нескольким загрязняющим веществам применяется индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА).

Во многих промышленных предприятиях отсутствует программа, которая позволяла бы контролировать уровень загрязненности воздуха, что усугубляет проблему контроля выбросов в атмосферу.

С целью решения данной проблемы была разработана программное обеспечение в среде графического программирования LabVIEW фирмы National Instruments, которая является лидером в сфере автоматизации научных исследований.

Для качественной оценки состояния и исследования загрязнения атмосферного воздуха необходимо использовать фактические данные, которые получены с пунктов наблюдения в реальном масштабе времени.

Разработанная программа позволяет получать в реальном масштабе времени значения 5 основных загрязняющих веществ: диоксид серы (SO_2), оксид углерода (CO), диоксид азота (NO_2), фтористый водород (HF) и взвешенные вещества. По этим веществам определяется комплексный показатель ИЗА₅.

Полученные данные сохраняются и формируются в виде отчетов Excel и Word. Для проверки, обработки и анализа результатов измерений данные обрабатываются в ПО National Instruments DIAdem.

Введение статистики позволяют проводить анализ динамики изменения загрязняющих веществ и индекса загрязнения. Данная программа может быть использована в различных производственных учреждениях в целях защиты атмосферного воздуха от загрязнений.

Научный руководитель – канд. техн. наук Б. Р. Касимова

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ

Д. Е. Баксултанов

Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, г. Астана

На сегодняшний день широкое применение получили электрические фильтры типа LC , трудно найти радиотехническое устройство, в котором не использовались бы электрические фильтры.

В данной работе излагаются результаты разработанной программы по исследованию электрических фильтров. Программная реализация была выполнена на основе интеграции LabVIEW и National Instruments Multisim.

Во многих высших учебных заведениях организация лабораторных работ по техническим дисциплинам создают трудности в связи с нехваткой приборов и физических стендов. Для решения этой проблемы было создано программное обеспечение, которое поможет студентам виртуально проводить исследования. Конечно, программная среда не заменит реальные стенды для изучения ряда дисциплин, но она поможет по проведению лабораторных работ.

Разработанная программа содержит следующие подпрограммы: «Исследование аналоговых фильтров», «Преобразование аналогового фильтра в цифровой» и подпрограммы позволяющие строить практические схемы фильтров нижних частот Баттерворта, Бесселя и Чебышева.

Подпрограмма «Исследование аналоговых фильтров» позволяет строить передаточную функцию, модель в пространстве состояний электрического фильтра и получать все необходимые характеристики для исследования фильтра.

Подпрограмма «Преобразование аналогового фильтра в цифровой» по передаточной функции аналогового фильтра получает соответствующую передаточную функцию цифрового фильтра. В основе проектирования цифровых фильтров лежат расчеты LC фильтров.

Все полученные характеристики были сравнены с результатами моделирования в прикладном пакете MatLAB.

Данная программа предназначена для студентов специальности «Автоматизация и управление», «Радиотехника, электроника и телекоммуникация» изучающих «Основы теории электротехники», «Цифровая обработка сигналов» и «Основы радиотехники».

Научный руководитель – канд. техн. наук Б. Р. Касимова

WEB-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ МОДУЛЬ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И МОНИТОРИНГА НА ОСНОВЕ КОНФИГУРАЦИОННОЙ БАЗЫ ДАнных РYСDB

И. Д. Булдин, О. А. Худайбердиева

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Любая сложная система, как известно, состоит из множества простых элементов и существует потребность в структурировании и централизованном хранении информации о составляющих ее элементах. Для решения этой задачи была создана система конфигурирования – РYСDB: графовая БД, позволяющая оптимальным образом хранить конфигурационную информацию.

В настоящее время РYСDB имеет web-интерфейс, позволяющий работать с БД в таблично-текстовом режиме. Однако сложно переоценить объем хранимых данных и взаимодействие с ними в такой форме весьма трудоемко. Для повышения удобства работы создается модуль визуализации, который позволит графически представлять конфигурационные данные. Преимуществами являются: быстрый доступ к элементам, удобный процесс редактирования, возможность просматривать разные уровни доступа, несколько вариантов отображения.

Так же, на базе модуля визуализации создается система мониторинга. Задача системы состоит в предоставлении возможности отслеживания текущего состояния как установки в целом, так и отдельных элементов, в графическом представлении в реальном времени.

К настоящему моменту, после общения с будущими пользователями, были собраны требования к модулю, создан прототип интерфейса и выбраны технические средства. Работа с модулем осуществляется на основе zoom-интерфейса. Такой подход позволит использовать географическую привязку и сократить количество элементов, одновременно отображаемых на экране. Для работы с БД используется язык программирования Рython и технология Ajax, визуализация разрабатывается на библиотеке d3.js. Основным языком разработки является JavaScript.

В конечном варианте одна система позволит совмещать конфигурирование, а так же мониторинг в реальном времени.

Научный руководитель – П. Б. Чеблаков

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ВНЕШНЕГО ДОСТУПА К СИСТЕМЕ СБОРА ДАННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТА ATLAS

А. В. Воронков

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Эксперимент АТЛАС (ATLAS) предназначен для изучения данных, полученных на протон-протонных и ионных столкновениях на Большом Адронном Коллайдере (БАК).

Система сбора данных (TDAQ) и контроля (DCS) эксперимента АТЛАС включает несколько тысяч компьютеров, выполняющих различные функции. Обеспечение работоспособности всех узлов системы является сложной задачей и требует значительных ресурсов. Централизованное управление конфигурациями существенно упрощает контроль и изменение состояния машин и повышает надежность системы.

Одной из важных составляющих TDAQ является система внешнего доступа, которая включает компьютерные узлы для удаленного мониторинга, предоставляющие графический терминал для наблюдения за системами суб-детекторов ATLAS, а также шлюз (сервис ограниченного доступа, Gateway), обеспечивающий изоляцию публичной и приватной сетей. Автоматизация процесса первичной установки и конфигурации данной подсистемы имеет большое значение.

Данная работа описывает создание централизованной конфигурации для компьютеров удаленного мониторинга; разработку концепции модернизации и изменения сетевой модели серверов шлюза, создание для них конфигурации, а также внедрение разработанной конфигурации для части приватной сети, предназначенной для полного тестирования TDAQ (Preseries).

Для предоставления возможности запуска графических приложений мониторинга был выбран пакет NX [1,2], а в качестве системы конфигурирования используется Puppet [3].

-
1. Официальный сайт FreeNX, <http://freenx.berlios.de/>
 2. Официальный сайт NoMachine, <https://www.nomachine.com/>
 3. Официальный сайт Puppet, <http://www.puppetlabs.com/>

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук А. А. Король

УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРЕТОВ ИЗ ГИДРОФОБИЗИРОВАННОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ

Е. И. Зверькова

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»,
г. Санкт-Петербург

Одно из новых направлений в микроэлектронике — создание электретных субминиатюрных конденсаторных структур с подвижными обкладками (КСПО) в полупроводниковых чипах, использующих в качестве активных элементов электреты из диоксида кремния (SiO_2). Реализации перспективы создания электретных субминиатюрных КСПО мешает гидрофильность SiO_2 , вследствие которой электретный потенциал катастрофически спадает. Замедлить скорость разрядки можно путем гидрофобизации поверхности. Создание стабильного электрета на основе SiO_2 является актуальной и до сих пор до конца не решенной задачей.

В работе разработана установка для измерения бесконтактным способом поверхностного потенциала диэлектрика, состоящая из регулируемого источника питания, электризованного диэлектрика и измерительного электрода (затвора) полевого транзистора.

Принцип ее работы заключается в следующем. Под действием электрического поля электризованного диэлектрика изменяется потенциал затвора и, следовательно, сопротивление исток-сток транзистора, включенного в качестве одного из плеч моста Уитстона. В результате в диагонали предварительно уравновешенного моста появляется электрический сигнал. Подавая на компенсирующий электрод с помощью регулируемого источника питания, компенсирующий потенциал соответствующей полярности и измеряя поданное напряжение, можно скомпенсировать разбаланс моста и по значению поданного напряжения получить величину и знак поверхностного потенциала диэлектрика.

С использованием разработанного устройства было выявлено, что примерно одинаковая и высокая стабильность в условиях высокой относительной влажности окружающего воздуха (95 – 98%) достигнута на образцах термического окисла, гидрофобизированного как гексаметилдисилазаном так и диметилдихлорсиланом. Кроме этого, хорошую стабильность заряда показали гидрофобизированные Si -пластины с двухслойной диэлектрической структурой $\text{SiO}_2 - \text{Si}_3\text{N}_4$, где SiO_2 получали термическим окислением, а слои Si_3N_4 - пиролизом.

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Н. С. Пщелко

100 МГц 4-КАНАЛЬНЫЙ БЛОК АЦП ДЛЯ СТЕНДА ПРОВЕРКИ ЭЛЕКТРОНИКИ КАЛОРИМЕТРА

Е. В. Картавец

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

В ИЯФ СО РАН разрабатывается большое количество различных детекторов элементарных частиц, как для собственных нужд, так и контрактных работ. Заметную часть из них составляют калориметры на базе тяжелых кристаллов. Примерами таких систем являются ВГО калориметр детектора КМД-3, детектор СОМЕТ (Япония), детектор для малоракурсной томографии, предназначенный для работ с ускорителями ЛИУ-2 и ЛИУ-20. Большое количество прототипов усилителей разрабатывается в рамках этих проектов. Параметры усилителей необходимо измерять с высокой точностью. Нужно знать не только амплитуду сигнала на выходе устройства, но и форму импульса, а также поведение усилителя до и после сигнала. Помимо этого проводятся работы с измерением параметров фотодиодов от разных производителей, которые являются источником сигналов для усилителей.

В существующем стенде для проверки усилителей не хватает точного быстродействующего АЦП с возможностью записи формы сигнала. В качестве такого устройства применяется электроника регистрации, разработанная для конкретных детекторов. Но она различна по своим размерам и интерфейсу (например, BigSAMAC для КМД-3, спец. электроника с Ethernet интерфейсом для детектора для малоракурсной томографии) и неудобна для работы в качестве стенда.

Данная работа посвящена разработке блока АЦП для стенда проверки электроники калориметров. В ходе работы был разработан модуль в стандарте SAMAC, который позволяет с высокой точностью проводить калибровку усилителей, проверку прототипов усилителей для новых проектов, изучать характеристики фотодиодов и сцинтилляционных кристаллов, и в то же время является достаточно универсальным, что позволяет использовать его при работе с различными калориметрами.

Основной задачей разработанного устройства является непрерывная высокоскоростная оцифровка аналоговых сигналов, поступающих от усилителей, сохранение измеренных значений в памяти и передача цифровой информации в компьютер для обработки. Модуль обладает гибкой системой отбора событий для записи данных в память.

Научный руководитель – А. А. Тальшев

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДАПТИВНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ТУРБУЛЕНТНЫХ ИСКАЖЕНИЙ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЛАЗЕРНЫХ ОПОРНЫХ ЗВЕЗД

Е. Е. Клинаева

Институт оптики атмосферы им. В. Е. Зуева СО РАН
Томский государственный университет

В настоящее время системы адаптивной оптики (АО) с дополнительной системой формирования искусственного источника опорной волны – лазерной опорной звезды (ЛОЗ) становятся неотъемлемым инструментом наземных астрономических телескопов. При этом тенденцией их развития является использование одновременно нескольких опорных источников, это такие как подходы как томография турбулентности, много-сопряженная АО, АО приземного слоя и другие.

Однако возникает вопрос о достаточном и необходимом количестве лазерных опорных звезд для обеспечения эффективной коррекции турбулентных искажений. Целью данной работы являлся ответ на вопрос, сколько ЛОЗ необходимо использовать для астрономического телескопа с различным диаметром, для эффективной коррекции искажений обусловленных атмосферной турбулентностью приземного слоя, то есть при формировании ЛОЗ на высотах релеевского рассеяния, при данных условиях астроклимата.

Для исследования эффективности адаптивной оптической коррекции турбулентных искажений оптических изображений на основе опорного источника и проведения численного эксперимента моделирования, использовались модели высотной зависимости структурной характеристики показателя преломления турбулентной атмосферы.

В ходе работы были получены выражения, которые, являясь, простыми аналитическими формулами позволяют не только оценить необходимое число ЛОЗ для эффективной коррекции, но и выбрать оптимальную высоту формирования искусственного опорного источника в зависимости от профиля атмосферной турбулентности, а также выполнять предварительные оценки при выборе места расположения адаптивного телескопа в зависимости от турбулентных условий.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук Л. А. Больбасова

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ЮСТИРОВКИ МЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА МОНОХРОМАТОРА

Е. О. Кривошеин

ЗАО "Институт хроматографии ЭкоНова"
Новосибирский государственный университет

ЗАО "Институт хроматографии ЭкоНова" занимается выпуском жидкостных хроматографов «Милихром».

В Милихроме вещества детектируются спектрофотометрическим датчиком. Датчик действует по следующему принципу: сквозь исследуемое вещество пропускается монохромный свет и вычисляется оптическая плотность образца. Монохромирование света производится при помощи специальной оптомеханической системы - монохроматора. Механический блок монохроматора состоит из шагового мотора, передаточного механизма и дифракционной решетки.

Для такого устройства остро стоит задача увеличения темпа измерений оптической плотности без снижения надёжности работы, т. е. задача оптимизации процесса перепозиционирования дифракционной решетки.

Данная работа посвящена созданию программного комплекса для юстировки механического привода монохроматора.

Были предложены две математические модели, описывающие динамику механической системы. Необходимо определить области применимости каждой модели и рассчитать по ним оптимальные программы движения шагового мотора (далее **кинematики**).

Области применимости моделей будут определяться с помощью статистического анализа процента сбоев перепозиционирования и анализа остаточных колебаний. В этих областях при помощи метода Монте-Карло будут выявлены кинематики, оптимальные по времени и по устойчивости к износу механической системы.

На данный момент реализована библиотека для работы с магнитным компасом (на эффекте Холла), который позволяет определять положение вала мотора и выявлять ошибки перепозиционирования. Для генерации различных кинематик математические модели реализованы в программном коде. Реализован программный модуль позволяющий анализировать остаточные колебания и собирать статистику по сбоям перепозиционирования.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук Н. В. Черней

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕГРИРУЮЩИХ СВОЙСТВ РАСТРОВОГО СОПРЯЖЕНИЯ

А. С. Максимов

Новосибирский государственный университет

В настоящее время проблема увеличения точности углоизмерительного устройства и уменьшения их габаритов является актуальной. Одним из перспективных направлений решения указанной проблемы в углоизмерительной области может быть использование комбинированных преобразователей [1]. Разделение процедуры компенсации погрешности измеряемым прибором на две составляющие: систематическую и случайную – позволяет уменьшить результирующую погрешность. В качестве систематической составляющей принимается погрешность, обусловленная неточностью изготовления измерительного раstra. Данная работа посвящена исследованию интегрированных свойств растрового сопряжения.

Моделирование инструментальной погрешности растрового преобразователя осуществлялось на основе алгоритма вычисления простого скользящего среднего. Используемый алгоритм позволил достаточно просто осуществить моделирование погрешности растрового сопряжения при переменном числе окон растрового сопряжения. Изучение интегрирующих свойств растрового сопряжения потребовало вычисления спектрального состава кривых погрешности преобразования при различном числе окон индикаторного раstra. Из сравнения спектров исходной кривой, погрешности изготовления измерительного раstra со спектром кривой погрешности преобразования при различном числе окон раstra, были получены передаточные характеристики НЧ-фильтра, отображающего результат взаимодействия растровых сопряжений при переменном числе окон.

1. Кирьянов В. П., Кирьянов А. В. Повышение точности угловых измерений с помощью фотоэлектрических преобразователей комбинированного типа // Автотриетрия. 2012. 48, № 6. С. 84 – 91.

Научный руководитель – д-р тех. наук В. П. Кирьянов

ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН

Е. А. Мамруков

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука
СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Моделирование процессов распространения упругих волн играет ключевую роль при решении задач сейсморазведки.

Конечно-разностные схемы широко используются для решения соответствующих волновых уравнений в заданной области в необходимом временном интервале. Преимуществом данного подхода является универсальность: метод можно применять в сложных неоднородных средах, моделировать различные типы источников и краевых условий. Недостатком являются требования к вычислительным ресурсам, затраты времени на вычисления. Таким образом, актуальным является исследование, направленные на ускорение вычислений. Во многих приложениях нет необходимости в расчете всего волнового поля, часто требуется знать только динамику отдельных волн.

В работе рассматривается моделирование сейсмических колебаний только в окрестности первых вступлений сейсмических волн. Был реализован алгоритм моделирования, основанный на выделении вычислительной полосы с помощью проверки условий (неравенства) для вычисленных времен пробега на каждом шаге конечно-разностной схемы решения уравнений упругости. Основной задачей настоящей работы являлась оптимизация численных методов и использования оперативной памяти при работе с вычислительной полосой за счет увеличения коэффициента попаданий в КЭШ. Для оптимизации соответствующих методов был предложен новый способ выделения вычислительной полосы, основанный на пересортировке массива времен первых вступлений, с применением алгоритма Брезенхема, позволяющего отсортировать элементы вдоль распространения волнового фронта.

Результатом работы является аккуратное сравнение численных методов между собой и нахождение среди них наиболее оптимального.

Работа поддержана грантом на исследование компании ВР

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук А. С. Сердюков

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ГИДРАТОСОДЕРЖАЩИХ ОБРАЗЦОВ

Н. А. Манченко, А. Н. Дробчик

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука
СО РАН, г. Новосибирск

Новосибирский государственный университет

Газовые гидраты – кристаллические соединения, образующиеся из воды и газа (в природных условиях это чаще всего метана). В геофизике интерес к изучению газогидратов связан с тем, что они являются перспективным источником углеводородов. Данная работа посвящена лабораторным экспериментам по измерению удельного электрического сопротивления (УЭС) гидратосодержащих образцов осадков с использованием четырёхэлектродного зонда. В дальнейшем результаты работы могут быть использованы при поиске и оконтуривании придонных залежей газовых гидратов.

В работе решались задачи:

- создание и тестирование 4-электродного зонда АМNB;
- создание и тестирование измерительной системы.

УЭС образца измерялся при помощи установки Веннера. Во время измерений через образец пропусклся синусоидальный электрический сигнал с напряжением 1В между электродами А и В и заданной частотой в диапазоне 600-1000 Гц. Измерив напряжение между электродами М, N и зная значение тока и геометрию образца, можно рассчитать УЭС.

Для измерения потенциала на электродах и температуры в образце применялась АЦП Seeeduino. Эта АЦП может оцифровывать сигнал в пределах 0 – 5В. Поскольку напряжение на электродах не всегда имеет такой диапазон, в схему был встроен умножитель и делитель напряжения. Таким образом, если нам нужно измерить напряжение сигнала в диапазоне 0 – 500В, включаем делитель напряжения с коэффициентом 0,01 и полученный результат нужно умножить на 100. Отрицательные напряжения было решено аппаратно сдвигать на 2,5 В. При обработке данных от измеренного значения программно вычиталось 2,5В.

Авторы выражают благодарность М. Е. Пермякову и А. Д. Дучкову за консультации и помощь.

Работа была поддержана в рамках проекта РФФИ № 14 12-05-00415-а

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук А. А. Дучков

ПРОВЕРКА ПРОЦЕДУРЫ ВЫРАВНИВАНИЯ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОДСИСТЕМ ДЕТЕКТОРА СНД

Н. А. Мельникова

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

На электрон-позитронном коллайдере ВЭПП-2000 с 2008 года проводятся эксперименты в области физики высоких энергий с помощью детекторов СНД и КМД-3.

Сферический нейтральный детектор (СНД) состоит из нескольких подсистем, в том числе из сферического калориметра и цилиндрической трековой системы. События, произошедшие внутри детектора, реконструируются на основе данных, получаемых из этих двух подсистем. Для получения корректных конечных результатов необходимо учитывать их взаимное расположение, а также их внутреннее устройство.

В рамках предыдущей работы была разработана процедура получения параметров взаимного расположения калориметра и трековой системы, а также процедура выравнивания. Первая процедура позволяла получать значения параметров расположения калориметра относительно трековой системы, а также значения параметров, с помощью которых можно описать расположение двух полусфер калориметра. Полученные параметры использовались второй процедурой, которая с их помощью корректировала расположение калориметра и его полусфер относительно трековой системы. Процедуры были протестированы на экспериментальных данных, но нуждались в дополнительной проверке.

Целью данной работы было исследование работы процедуры получения параметров взаимного расположения калориметра и трековой системы детектора СНД.

Для проверки правильности работы процедуры было реализовано моделирование, учитывающее параметры взаимного расположения. Для этого были внесены изменения в модули фреймворка СНД, связанные с моделированием калориметра и его расположения относительно трековой системы, а также была создана необходимая инфраструктура для загрузки параметров расположения в моделирование. После этого, процедура получения параметров была протестирована на данных моделирования. В результате, параметры, полученные с помощью процедуры, совпали с параметрами, заданными в моделировании с допустимой точностью.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук А. А. Король

АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ КИНЕТИКИ ЗАТУХАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДЫ LABVIEW

Ж. С. Нурланова

Карагандинский государственный университет им. Е. А. Букетова

Как правило, любая обработка данных, будь то результаты научного эксперимента или сложный математический расчет, требуют значительных временных затрат. Для ускорения процесса обработки данных с использованием конкретных математических моделей составляются специальные программы.

Нами была разработана программа в среде LabVIEW 7 (National Instruments) обеспечивающая автоматическую обработку экспериментальных данных кинетики затухания стеклообразных пленок [1].

В качестве «орудия» для построения программы была использована фрактальная (перколяционная) модель, развитая в работах Р. Копельмана с сотрудниками [2].

Код программы, спроектированной в среде LabVIEW позволяет считывать данные с файлов, записывать их в файлы другого формата, выделять необходимый массив данных, проводить с ними определенные математические операции и т. д.

Нами были обработаны кинетические кривые затухания хризена в двойном логарифмическом представлении $\ln(I_{az} / I_{fos}^2)$ от $\ln(t)$. Значение определяемого параметра неоднородности (h) автоматический выводится в соответствующем окне, в данном случае её значение соответствовало $h=0.48$, что вполне согласовывается с значениями h полученными ранее в работе [3].

1. Пейч Д. И., Точилин Д. А. и др. LabView для новичков и специалистов. М.: Горячая линия - Телеком. 2004 г.

2. Копельман Р. Перенос энергии в смешанных молекулярных кристаллах. Спектроскопия и динамика возбуждений в конденсированных молекулярных системах / Под ред. Аграновича В.М. и Хохштрассера Р.М., М.: Наука, 1987.

3. Ибраев Н. Х., Маханов К. М. Миграция триплетных возбуждений в тонких пленках органических люминофоров // Вестник КазНУ №2 (15) Алматы 2003 с. 62-67.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук К. М. Маханов

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО ДОПЛЕРОВСКОГО АНЕМОМЕТРА

С. А. Пономарев

Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

В экспериментах по уменьшению турбулентного шума авиационных двигателей требуется бесконтактно измерять пульсации аэродинамических потоков с частотами до 10^4 Гц. Аппаратная часть лазерных доплеровских анемометров ЛАД-056, содержащих оптический модуль с сигнальным процессором и компьютер с программным комплексом для обработки сигналов и взаимодействия с пользователем, позволяет проводить такие измерения. Однако производительность существующего программного комплекса не обеспечивает быстродействие, необходимое для экспериментов по уменьшению шума авиадвигателей.

Для принципиального повышения быстродействия программного комплекса создана проприетарная файловая база данных, имеющая высокую производительность (до $2 \cdot 10^5$ записей в секунду) благодаря простой структуре. Реализован многопоточный алгоритм обработки доплеровского сигнала, адаптированный для работы на многоядерных процессорах.

Разработка выполнена в среде Microsoft Visual Studio 2010. С помощью системы созданий настольных приложений Windows Presentation Foundation реализован интуитивно понятный пользовательский интерфейс. Использован язык программирования C#.

Тестирование созданного программного комплекса высокопроизводительного лазерного доплеровского анемометра на предмет пиковой производительности проведено на синтезированных данных. Получена производительность на уровне 30000 измерений в секунду на компьютере с процессором Intel Core i5. Тестирование в реальных аэродинамических экспериментах подтвердило достижение требуемой производительности.

Создан новый программный комплекс высокопроизводительного лазерного доплеровского анемометра, обеспечивший производительность 30000 измерений в секунду. Достигнутые характеристики обеспечивают успешное применение программного комплекса в экспериментах по уменьшению турбулентного шума авиационных двигателей.

Научный руководитель – канд. техн. наук С. В. Двойнишников

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНИМИЗАЦИИ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ МЕСТА ВСТРЕЧИ

К. В. Пугачев

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

С 2008 года на ускорительном комплексе ВЭПП-2000 проводятся эксперименты с детектором СНД. Записанные в ходе эксперимента события реконструируются независимо от модели, т. е. измеряются простые кинематические параметры частиц (углы, энергии и т. д.). Однако, используя информацию о конкретном процессе (модель), эти параметры можно существенно уточнить. Такая процедура называется кинематической реконструкцией. Простейшим примером информации о процессе может служить факт наличия общей точки вылета (места встречи) частиц.

На первом этапе данной работы был реализован комбинатор кандидатов в частицы, а также приближённый аналитический алгоритм сведения треков к общей точке вылета. Цель нового этапа работы – реализация сведения к общей точке с использованием уже численной минимизации.

Обработка событий осуществляется по заданной модели с учётом заданных ограничений значений физических параметров (фильтрация результатов) и информации для кинематической реконструкции (в данном случае – наличие общей точки вылета). Кинематическая реконструкция осуществляется с использованием библиотеки численной условной оптимизации ОРТ++. Проводится минимизация функции χ^2 , которая строится автоматически на этапе исполнения с использованием комбинатора в зависимости от модели события.

Для тестирования использовались данные, полученные при моделировании процесса $\pi^+ \pi^- \pi^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- 2\gamma$ с двумя заряженными и двумя нейтральными частицами. Для заряженных частиц измеряются углы и точки, через которые они пролетают, для нейтральных — положение точки взаимодействия с детектором в сферической системе координат и энергия. Было произведено сведение треков заряженных частиц к общей точке, которое показало определённое уменьшение разброса значений рассматриваемой координаты относительно исходного диапазона, а также согласованность результатов аналитической и численной минимизаций χ^2 по некоторым параметрам.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук А. А. Король

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИОНИЗАТОР ВОЗДУХА ДЛЯ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Е. О. Коваленко

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»,
г. Санкт-Петербург

Цель настоящей работы состоит в разработке концепции ионизационно - измерительного комплекса, который бы в не зависимости от исходного состояния воздуха и наличия присутствующих в помещении техногенных факторов, способствовал бы улучшению экологии среды обитания человека и приносил пользу его здоровью.

Новизна идеи заключается в том, что включение ионизатора может принципиально осуществляться только в очищенном от аэрозолей воздухе, а генерация ионов той или другой полярности обеспечивается с варьируемой интенсивностью в соответствии с поставленной перед комплексом задачей и в соответствии с заданным алгоритмом его работы. Кроме того, принципиально новым в предлагаемом продукте является то, что измеритель концентраций аэроионов выполнен не на основе аспирационного метода, а с применением зондового метода определения концентраций на основе использования в качестве зонда затвора МДП-транзистора.

Основные блоки предлагаемого ионизирующего комплекса:

- собственно биполярный ионизатор (БИ), генерирующий ионы положительной и отрицательной полярности заданной интенсивности, с блоком управления;
- биполярный счетчик аэроионов (БСА) с устройством обработки и передачи сигнала, одновременно измеряющий концентрацию аэроионов положительной и отрицательной полярности;
- счетчик аэрозольных частиц (САЧ) с устройством обработки и передачи сигнала.

Принцип работы комплекса основан на его управлении устройством, постоянно получающим информацию от САЧ и БСА. Такой информацией являются данные о концентрации присутствующих в воздухе помещения аэрозольных частиц и аэроионов обеих полярностей различной подвижности в интересующей нас точке пространства в режиме их непрерывного измерения.

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Н. С. Пщелко

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКОЙ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ

А. А. Стельвага

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Разработанная в ИЯФ СО РАН установка электронно-лучевой сварки (ЭЛС) обладает рядом конкурентных преимуществ, обусловленных уникальными характеристиками электронного пучка. Однако существующий конструктив установки не позволяет сваривать детали по швам произвольной формы, т. к. отсутствуют механизмы, передвигающие деталь под электронным пучком. Для этой цели были закуплены шаговые сервоприводы СПШ-20 фирмы Сервотехника. Возникла задача разработки единой программной системы, осуществляющей синхронизованное управление движением приводов и изменением параметров электронного пучка.

Задача позиционирования свариваемых деталей требует предсказуемого времени положения каждой точки шва под электронным пучком. Однако в процессе работы было выяснено, что технологические характеристики закупленных подвижек СПШ-20 не позволяют заранее знать время, которое будет затрачено на достижение заданной скорости. Таким образом, для интеграции подвижек в работу установки ЭЛС потребовалось изучить ряд недокументированных характеристик приводов. По итогам проведенных экспериментов были изучены следующие параметры: стабильность нулевого положения приводов, повторяемость их позиционирования, рассинхронизация нескольких сервоприводов между собой. Также были поставлены опыты по сварке электронным пучком, по результатам которых выяснились необходимые корректировки управляющих сигналов для достижения желаемой формы сварочного шва. Знание описанных параметров помогло выбрать подходящие технологии и разработать программное обеспечение, позволяющее выполнить требования, поставленные к перемещению деталей.

В данной работе рассматривается разработка программной системы управления сервоприводами и электронным пучком установки ЭЛС ИЯФ. Разрабатываемая система обеспечивает выполнение требований по синхронизации движения сервоприводов СПШ-20 и динамических параметров пучка, основываясь на изученных характеристиках приводов.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук А. А. Старостенко

ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВИЗУАЛЬНОГО РЕДАКТИРОВАНИЯ КОНФИГУРАЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

О. А. Худайбердиева, И. Д. Булдин

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

При разработке крупных программных систем, состоящих из множества компонентов, всегда присутствует задача конфигурирования экспериментальных установок. Для решения этой задачи используется система PyCDB. Она реализует графовую БД, что позволяет оптимальным образом хранить возможные схемы конфигурационной информации экспериментальных установок.

PyCDB имеет web-интерфейс, позволяющий редактировать БД в таблично-текстовом режиме. Для повышения удобства работы с данными разрабатывается модуль визуализации и редактирования, позволяющий наглядно представлять как схему данных, так и сами данные в графическом виде. Он предоставляет следующие преимущества: быстрый доступ к элементам графа, удобный процесс редактирования графа, возможность использования нескольких уровней доступа, возможность создания нескольких вариантов отображения.

Для наиболее удобной работы с графом, представляющим конфигурационные данные, используется концепция zoom-интерфейса пользователя, примером которого могут служить различные интерактивные географические карты. Это позволяет в несколько раз ускорить поиск объектов графа и сократить количество элементов, одновременно отображаемых на экране. Был разработан ряд принципов для удобного представления и оперирования информацией об объектах физических установок. Создан первый работающий прототип, на основе которого проведено изучение потребностей пользователей. На данный момент ведется разработка следующей версии.

Основным языком разработки является JavaScript. Для обмена информацией с БД используется язык программирования Python и технология Ajax, для создания модуля визуализации используется библиотека d3.js. Потенциальными пользователями системы могут быть операторы экспериментальных установок, разработчики и пользователи программных систем для них. На базе модуля визуализации создается система мониторинга физических установок, которая позволит в реальном времени отслеживать состояние физических элементов установок.

Научные руководители – П. Б. Чеблаков, канд. техн. наук
Д. Ю. Болховитянов

ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ СПУТНИКОВОЙ АЛЬТИМЕТРИИ ДЛЯ РАСЧЕТА НАПРАВЛЕНИЯ ВОЛНЕНИЯ

А. Ю. Чернышова

Южное отделение института океанологии им. П. П. Ширшова РАН,
г. Геленджик

Одним из приложений альтиметрических спутниковых данных является решение задач, связанных с исследованием процессов ветрового волнения. Данные спутниковой альтиметрии позволяют рассчитывать такие характеристики как период волнения, значимая высота волны и скорость приводного ветра.

Создается региональная база данных альтиметрических измерений для Черного и Азовского морей, на основе которой рассчитываются упомянутые характеристики ветрового волнения. Основное внимание уделяется анализу данных в точках совпадения измерений разных спутников (match-ups). В этих точках проводится апробация алгоритма вычисления направления волнения и оценки потоков энергии, связанных с ветро-волновым взаимодействием. Метод расчета направления волнения основан на вычислении градиента по каждому из двух пересекающихся треков.

Для создания региональной базы использовались данные GDR (Geophysical Data Records) проекта Европейского космического агентства (ESA) Globwave (www.globwave.org) за период 1985-2012 годы. Скорости ветра вычислялись на основе эмпирических формул (Chelton and McCabe 1985, Goldhirsh and Dobson 1985, Abdalla 2007). Для расчета периода волнения использовались как известные эмпирические модели (Quilfen et al. 2004, Maskay et al. 2008, Gommenginger et al. 2003), так и предложенная недавно С. И. Бадулиным (2013) физическая модель волнового периода.

Результаты моделирования направления волнения показывают достаточно хорошее соответствие с известными данными, полученными контактными методами. Оценки, полученные в данной работе, имеют хорошие перспективы использования в планировании и проведении подспутниковых экспериментов.

Научный руководитель – д-р. физ.-мат. наук С. И. Бадулин

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ПОДГОТОВКИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОСЛОЙНОЙ ЛАЗЕРНОЙ 3D МИКРООБРАБОТКИ

С. А. Шоев

Институт автоматики и электрометрии СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Лазерная микрообработка является перспективной технологией производства изделий с субмикронным разрешением. При точном задании режима обработки и траекторий перемещения лазерного пучка возможно получение изделий с высокими качественными характеристиками. Для определения оптимального режима обработки может быть использовано математическое моделирование, однако при построении модели необходимо учитывать, что геометрические параметры формируемых объектов зависят не только от большого количества параметров лазерной системы и свойств материала, но и от физико-химических процессов, в большинстве случаев нестационарных.

Мы рассматриваем задачу автоматизации послойной трехмерной лазерной записи. При обработке слоя сфокусированный лазерный пучок обрабатывает образец по 2D траектории, после чего поверхность обработки смещается в фокальную плоскость. Этот процесс продолжается несколько раз до тех пор, пока по исходной САD-модели не будет получена готовая 3D структура. Целью настоящей работы является разработка программно-алгоритмических средств для технологической подготовки процесса лазерной 3D микрообработки, учитывающих особенности протекающих процессов.

В ходе работы установлено, что существующие программные средства не удовлетворяют поставленным требованиям (недостаточна точность вычислений, отсутствует гибкая настройка, нет модулей учета особенностей лазерных технологий). Разработано специальное программное обеспечение MarkCAM для расчета траекторий перемещения лазерного пучка по САD-модели (в формате STL) и сохранения их в формате G-code. Реализован модуль моделирования, позволяющий рассчитать и визуализировать топографию обрабатываемой поверхности при заданном режиме обработки. В основе моделирования лежит тепловая модель взаимодействия лазерного импульса с Гауссовым профилем (пс. или фс. длительности) с веществом. Тестирование разработанного решения показало его эффективность при обработке алюминиевых, стальных и латунных подложек.

Научный руководитель – канд. техн. наук В. П. Бессмельцев

УДК 551.508.953

ОРЕОЛЬНЫЙ СОЛНЕЧНЫЙ ФОТОМЕТР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКОЙ ТОЛЩИ АЭРОЗОЛЯ И ОБЛАКОВ

П. И. Шунайлов

Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск
Томский государственный университет

В последние десятилетия важная роль отводится изучению радиационных факторов климата и оптически активных компонентов атмосферы. К наиболее динамичным компонентам, во многом определяющим радиационный бюджет, следует отнести атмосферный аэрозоль и облачность. Основной и наиболее освоенной в экспериментальных исследованиях оптической характеристикой аэрозоля в столбе атмосферы является аэрозольная оптическая толщина (АОТ) атмосферы. В регулярных измерениях АОТ атмосферы в различных районах широко используются солнечные фотометры различного типа. В отличие от аэрозоля, данные об оптической толщине облаков в настоящее время получены преимущественно на основе спутниковых наблюдений, а более точные измерения с помощью солнечных фотометров носят лишь эпизодический характер.

Данная работа посвящена созданию автоматизированного ореольного солнечного фотометра, предназначенного для проведения регулярных измерений оптической толщины как аэрозоля, так и облачности. Фотометр включает шесть спектральных каналов (0,374; 0,506; 0,867; 0,94; 1,562; 2,138 мкм), узел смены углов поля зрения ($1,5^\circ$ – $9,3^\circ$), блок управления (микроконтроллер ATmega-128, 14-разрядный АЦП, flash-память, термостат, GPS-приемник и др.) и систему наведения/слежения за Солнцем, адаптированную для работы в условиях полупрозрачной облачности.

В докладе приводится описание фотометра и алгоритма его работы в автоматическом режиме. Рассмотрены методики восстановления оптической толщины облаков и АОТ атмосферы, предусматривающие учет спектральных аппаратных функций фотометра и реальной изменчивости содержания в атмосфере водяного пара (по данным измерений поглощения в полосе 0,94 мкм). Представлены результаты расчетов функций пропускания для спектральных каналов фотометра, обусловленных поглощением атмосферными газами и молекулярным рассеянием. Иллюстрируются результаты тестовых измерений, выполненных в условиях полупрозрачной облачности.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук Д. М. Кабанов

ОГЛАВЛЕНИЕ

РАДИОФИЗИКА И УСКОРИТЕЛИ	13
А. А. Адыканова, Ж. М. Сулейменова	13
В. В. Аргунов	14
Э. Е. Бамбуца	15
К. А. Брызгин	16
М. Ю. Васильев	17
М. Н. Волочаев	18
Е. С. Гришняев	19
А. А. Гуров	20
И. В. Давидюк	21
А. А. Журавлёв	22
В. В. Козлов	23
Е. С. Котов	24
А. А. Кремнев	25
М. А. Кручинин, Г. В. Ситников	26
М. С. Митьков	27
Б. О. Михайлов	28
О. И. Пеньков	29
А. А. Петров	30
А. С. Польшгалов	31
Д. Г. Родионов	32
Н. А. Соколов	33
В. П. Ташлыков	34
А. Л. Щеглов	35
АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ	36
А. Н. Амирханов	36
Н. В. Атучин	37
Н. В. Атучин	38
С. Ю. Афондеркин	39
Д. Е. Баксултанов	40
Д. Е. Баксултанов	41
И. Д. Булдин, О. А. Худайбердиева	42
А. В. Воронков	43
Е. И. Зверькова	44
Е. В. Картавец	45
Е. Е. Клинаева	46
Е. О. Кривошеин	47
А. С. Максимов	48

Е. А. Мамруков	49
Н. А. Манченко, А. Н. Дробчик	50
Н. А. Мельникова	51
Ж. С. Нурланова	52
С. А. Пономарев	53
К. В. Пугачев	54
Е. О. Коваленко	55
А. А. Стельвага	56
О. А. Худайбердиева, И. Д. Булдин	57
А. Ю. Чернышова	58
С. А. Шоев	59
П. И. Шунайлов	60

Научное издание

**МАТЕРИАЛЫ
52-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ
СТУДЕНЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

МНСК–2014

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНИКА
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ**

Материалы конференции публикуются в авторской редакции

Подписано в печать 02.04.2014 г.
Формат 60x84/16. Уч.-изд. л. 3,9. Усл. печ. л. 3,7.
Тираж 100 экз. Заказ №

Редакционно-издательский центр НГУ.
630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2.