

17 - Средства автоматизации и информационные технологии в физике (включая информационно-телекоммуникационные системы)

Архипенко Алексей Сергеевич, магистрант 1 года обучения
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический

Разработка системы управления устройствами крейта VME по интерфейсу Ethernet

Быков Игорь Сергеевич,

e-mail: zerix56@mail.ru

стр. 381

Бикбаев Нияз Нурфаизович, 4 курс

Уфа, Башкирский государственный университет, физико-технический институт

Система мониторинга состояния пчелосемей

Абдрахманов Вали Хызырович, к.т.н.

e-mail: niaz.bikbaev@gmail.com

стр. 382

Галеев Артемий Евгеньевич, 4 курс

Новосибирск, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, физический

Программное обеспечение для универсального сенсора SpectraAnalyte

Атутов Сергей Никитич, к.ф.-м.н.

e-mail: galart32@gmail.com

стр. 383

Голицын Александр Андреевич, ст.инженер-электроник

Новосибирск, Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН

Реализация алгоритмов сглаживания электронно увеличенного изображения в составе цифровых и тепловизионных приборов наблюдения

e-mail: aag-09@yandex.ru

стр. 384

Голошапов Владимир Александрович, инженер-лаборант

Волгоград, Волгоградский государственный университет, физико-технический

Распределённая система мониторинга гидрологической обстановки

Негинский Игорь Владимирович, к.ф.-м.н.

e-mail: missminipinkpunkprincess@yandex.ru

стр. 386

Жиглинский Сергей Викторович, 2 курс

Великий Новгород, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, отделение электроники

Магнитоэлектрический датчик для автомобиля

Петров Роман Валерьевич, д.ф.-м.н.

e-mail: wekamin@mail.ru

стр. 387

Костюнин Александр Васильевич, профессор

Пенза, Пензенский государственный университет, физико-математических и естественных наук

О возможности применения спекловой интерферометрии в офтальмологии в широкой практике в определении сложной оптической коррекции зрения

e-mail: kostjunin@mail.ru

стр. 389

Куприянов Илья Витальевич, аспирант 1 года обучения

Пенза, Пензенский государственный университет, приборостроения, инф-ных технологий и электроники

Автоматизация настройки оптической системы на основе динамики спекловой картины

Костюнин А.В., к.п.н.

e-mail: kup-92@yandex.ru

стр. 390

Курдюков Алексей Сергеевич, 4 курс

Новосибирск, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Физический

Разработка программного обеспечения для цифрового инклинометра

Рудаков Аркадий Владимирович,

e-mail: borok48@yandex.ru

стр. 391

Лопатюк Алена Викторовна, ст.преподаватель
Уфа, Башкирский государственный университет, физико-технический институт
Моделирование и исследование ВОЛП-СР с рамановскими усилителями
Сметанина Ольга Николаевна, д.т.н.
e-mail: alyona-lopatyuk@yandex.ru стр. 391

Магзумьянова Линара Флоритовна, 4 курс
Уфа, Башкирский государственный университет, физико-технический институт
Изучение принципа работы и моделирование элемента интегрально-оптического модулятора переключающего типа
Лопатюк Алёна Викторовна,
e-mail: linara2303@gmail.com стр. 393

Мирошин Игорь Андреевич, 3 курс
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический
Лабораторный макет для исследования вольтамперных характеристик двухвыводных полупроводниковых приборов при различных температурах
Сидоренко Евгений Никифорович, к.ф.-м.н.
e-mail: miroshin23@mail.ru стр. 394

Николаенко Александр Вадимович, 4 курс
Новосибирск, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, физический
Моделирование плавления тепловыделяющего элемента в реакторах на быстрых нейтронах
Усов Эдуард Викторович, к.т.н.
e-mail: alexander.nickolaenko@yandex.ru стр. 395

Перетягко Александр Павлович, 4 курс
Новосибирск, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, физический
Автоматизация системы детектирования подвижности лабораторных мышей в биологических экспериментах
Рудаков Аркадий Владимирович,
e-mail: alex_p94@mail.ru стр. 396

Халявка Мария Анатольевна, магистрант 1 года обучения
Краснодар, Кубанский государственный университет, физико-технический
Использование современных информационных технологий для моделирования системы с заданными свойствами
Жаркова Оксана Михайловна, к.ф.-м.н.
e-mail: rector@kubsu.ru стр. 397

Шауро Виталий Павлович
Красноярск, Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН
Численные методы для поиска управления квантовыми системами
e-mail: Shaurkin@hotmail.com стр. 398

Шубина Ольга Сергеевна, 4 курс
Новосибирск, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, физический
Разработка системы доступа к системе архивирования ускорительного комплекса VEPP-2000
Сенченко Александр Игоревич
e-mail: olgashubina2011@gmail.com стр. 399

Разработка системы управления устройствами крейта VME через интерфейс Ethernet

Архипенко Алексей Сергеевич
Южный федеральный университет
Быков Игорь Сергеевич
zerix56@mail.ru

На данный момент радиоэлектронные системы выполняют множество задач: радиосвязь, радиолокация, радионавигация и множество других. Радиоэлектронные системы используются широко как в гражданской области, так и в военной отрасли. Многие устройства являются частью больших комплексов (расположены в стойках), или имеют высокую сложность управления от оператора, либо должны находиться на удалении от оператора по иным причинам.

Перечисленные выше причины вызывают необходимость использования для управления компьютеры. Управляющий компьютер может быть частью устройства (встроенный компьютер), либо внешним компьютером, который управляет устройством через некоторый внешний интерфейс (например, USB, Ethernet и т.п.).

Цель настоящей работы состоит в разработке концепции системы управления устройствами крейта VME (блочный каркас для размещения в них электронных и электротехнических устройств, связанных между собой шиной VME (Versa Module Eurocard bus)) по интерфейсу Ethernet. Интерфейс Ethernet имеет неоспоримые преимущества: скорость передачи данных (до 10 Гбит/с), широкое использование во всех компьютерах, длина сегмента (от 100 метров до 10 километров).

Все устройства, подключенные к шине VME, имеют фиксированный адрес или пространство адресов на данной шине, в зависимости от выполняемых функций. Разрабатываемая система использует для управления операции чтения или записи по адресам устройств, такое управление будем называть гибридным управлением (ГУ). Структурная схема устройства с ГУ представлена на *рис. 1*.

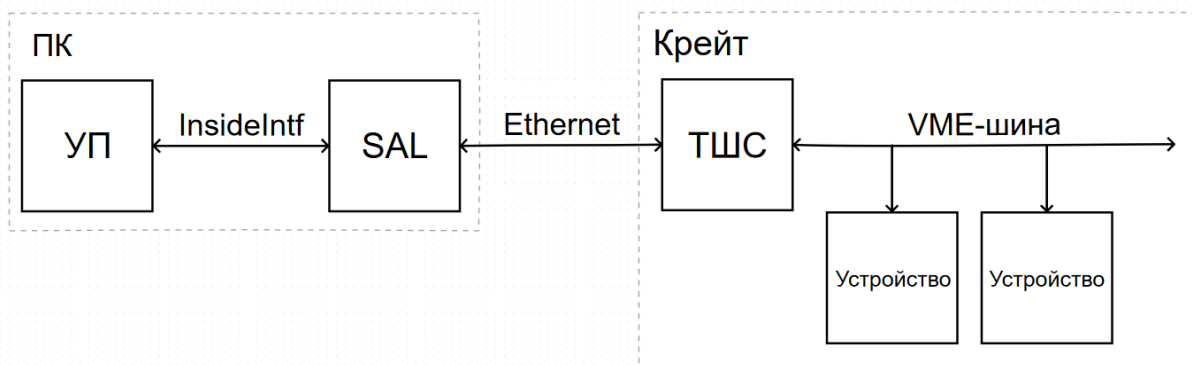


рис.1. Структурная схема устройства с ГУ

УП – управляющая программа, при помощи нее оператор формирует запросы для управляемого устройства. Оператор знает адреса устройств на шине VME.

SAL – библиотека, которая занимается нахождением новых устройств, и которая получает запросы от УП по программному интерфейсу (PinsideInrf), затем формирует пакеты данных и передает их по Ethernet интерфейсу.

ТШС – это устройство, включающее процессор с операционной системой Linux, занимается приёмом сообщений от ПК, их разбором, а затем записывает соответствующие команды на VME-шину.

Для увеличения быстродействия системы используют блочные операции чтения и запись, то есть чтение или запись большого блока данных по одному адресу на шине VME. Эта технология позволяет увеличить скорость быстродействия до максимально возможной – скорости передачи данных по шине VME.

Использование устройств с ГУ позволяет использовать всего один ПК для управления огромным парком устройств. Использование устройств с ГУ удобно тем, что программу, зашитую в ТШС, не надо менять, если изменилось количество или конфигурация устройств, подключенных к шине VME, достаточно знать адреса устройств.

Система мониторинга состояния пчелосемей

Бикбаев Нияз Нурфаизович

Абдрахманов Вали Хызырович, Бикбаев Нияз Нурфаизович, Бадретдинов Булат Рамилович

Башкирский государственный университет

Абдрахманов Вали Хызырович

niaz.bikbaev@gmail.com

В сельском хозяйстве в настоящее время достаточно широко применяются автоматизированные системы и комплексы, позволяющие значительно снизить себестоимость выпускаемой продукции и трудозатраты (птицефабрики, животноводческие фермы и т. д.), но автоматизация в области пчеловодства достаточно мало распространена. По нашему мнению, это в основном связано с тем, что основная масса пчеловодческих хозяйств в нашей стране – небольшие частные пасеки, и пчеловоды обычно отличаются большим консерватизмом во взглядах на методы ведения хозяйства, в большинстве своем это пенсионеры, которые мало знакомы с современными электронными технологиями.

Автоматизация в пчеловодстве помогла бы решить сразу несколько проблем. Рассмотрим основные относительно легко технически решаемые проблемы. Диагностика состояния пчелосемей по звукам, издаваемым пчелиным ульем. В летний период можно определить различные этапы в жизни улья: спокойное состояние, вентиляция, пение матки, выход роя, облет пчел и др. Особо важным является возможность распознать пение матки, выход роя, т.к. в период роения велика вероятность потерь пчел и пчеловоды в этот период вынуждены постоянно следить за пасекой, не имея возможности куда-то ненадолго отлучиться. Кроме того, многие опытные пчеловоды проводят различные мероприятия для устранения роения (делают так называемые отводки и др.), что может быть довольно трудозатратно. В период зимовки также по звукам можно определить состояние пчелосемьи – например, определить ситуации недостатка корма, болезни пчел, нарушение температурного режима в зимовнике, повышенная влажность и др., требующих вмешательства пчеловода. Для мониторинга состояния пчелосемьи кроме звуковых сигналов улья, также целесообразно снятие температуры в улье, т.к. повышенная температура при зимовке сигнализирует о беспокойстве пчел. Также имеет значение влажность в улье – изменение влажности также может быть тревожным сигналом.

Судя по публикациям в сети можно отметить, что автоматизация в области пчеловодства в странах Европы достаточно широко внедряется. Известны зарубежные разработки систем мониторинга пчелосемей: например, Apis - разработка португальских пчеловодов [1], которая позволяет отслеживать состояние ульев удаленно, прямо со смартфона. Эта система сможет существенно облегчить жизнь, как начинающему пчеловоду, так и профессионалу, а главное значительно уменьшить физическое вмешательство в жизнь самих пчел. Система мониторинга Apis — стремится сделать из каждого улья «умный улей» со встроенным датчиком температуры и влажности, счетчиком пчел и весами. Все важные статистические данные отправляются на компьютер, смартфон, или планшет. Кроме того, в Европейском Союзе завершается разработка прибора дистанционного контроля самочувствия пчел путем мониторинга звуков, издаваемых ими в улье. Инициаторами этого проекта выступили Университет Трента (Великобритания) и Ассоциация фермеров Великобритании (BFA). На реализацию проекта из бюджета ЕС выделено 1,4 млн. евро [2].

Известны также отечественные разработки [3], где предлагается наряду мониторингом, реализовать еще и регуляцию температуры и влажности в улье (путем установки электрообогревателя в отверстие нижнего летка) при зимовке, а также и в весенне-летний период до начала июня (момента, когда устанавливается стабильная теплая погода в средней полосе России) - в это время наблюдается резкий перепад температур, требующий от пчелосемьи больших энергетических затрат. Основным элементом устройства контроля и диагностики является микроконтроллер фирмы Atmel. К нему подключены цифровые датчики температуры DS1620, влажности HIH4000 и электретный микрофон SG72.

После проведенного анализа состояния проблемы, мы предлагаем достаточно бюджетное решение с использованием платформы Arduino, с подключением WiFi -модуля ESP8266 [4], микрофонного модуля [5], Micro SD –карты, необходимой для хранения сэмплов [6], датчика температуры. Таким образом, предлагаем реализовать мониторинг по звукам пчелосемьи и температуры в улье. Считаем, что реализация регулирования температуры и влажности в весенне-летний период будет слишком трудоемка (необходимо тянуть провода через всю пасеку) для широкого внедрения, а вот возможность определения состояния роения (т.н. пения матки) будет востребована пчеловодами – после роевого периода модули можно будет отключить и вовсе удалить из пасеки.

Список публикаций:

[1] Apis - система мониторинга здоровья и активности ваших пчел. URL: <http://rodovid.me/pchelovodstvo/apis-sistema-monitoringa-zdorovya-i-aktivnosti-vashih-pchel.html>

[2] Контроль самочувствия пчел на расстоянии!? Это уже грядет! URL: <http://bashkirskimed.ru/medovi-spravochnik/428-kontrol-samochuvstviya-pchel-na-rasstoyanii-eto-uzhe-gryadet.html>

[3] Семенов В.В., Ганеев А.Р. // Пчеловодство, №9 2011. С.50

Программное обеспечение для универсального сенсора «SpectraAnalyte»

Галеев Артемий Евгеньевич

Институт автоматизации и электрометрии СО РАН

Аматов Сергей Никитич, к.ф.-м.н.

galart32@gmail.com

Создание малогабаритного и чувствительного сенсора является актуальной задачей в самых различных областях жизнедеятельности, например, в криминалистике, экологии, и в первую очередь, в медицине. Известно, что различные болезни вызывают изменение баланса веществ в организме человека в результате биохимических процессов. Существует возможность определения таких летучих биомаркеров в выдохе человека. Такой метод детектирования является неинвазивным, что особенно востребовано при сложных медицинских операциях или медосмотрах. Однако, для работы с такими приборами, как правило, требуется специальная подготовка медицинского персонала в области спектроскопии и поэтому создание полностью автоматизированного сенсора для использования в амбулаторной практике является крайне важной задачей.

В данной работе описывается создание программного обеспечения для прототипа оптического сенсора, принцип работы которого основан на спектральном анализе газового разряда [1]. Для автоматического качественного спектрального анализа вещества выбран кросс-корреляционный метод [2]. Метод основан на вычислении кросс-корреляционной функции для регистрируемого спектра исследуемого газа и спектров веществ из базы данных, предварительно приведенных к специальному виду. Наличие известного вещества в исследуемой пробе определяется по соотношению амплитуды корреляционного пика к шуму.

Для возможности проведения анализа биомаркеров, содержащихся в выдохе человека, мною были измерены спектры различных веществ таких как ацетон, оксид азота (II), аргона и т. д. (рис.1), из которых была составлена необходимая библиотека веществ-биомаркеров, на текущий момент включающая в себя порядка десять веществ.

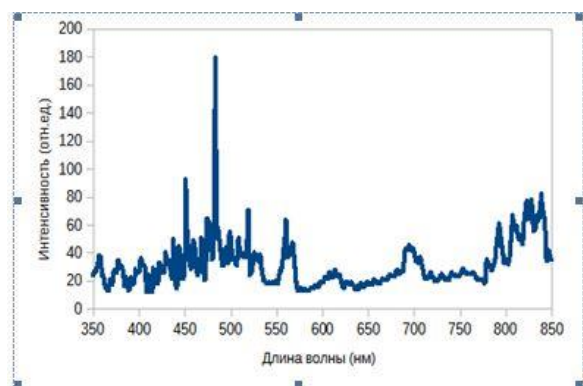


рис.1. Пример эмиссионного спектра ацетона

Изучена зависимость между концентрацией NO и интенсивностью пиков спектра. В качестве параметра оценки сигнала, для сопоставления с концентрацией NO, была использована сумма интенсивностей наиболее мощных пиков. Зависимость этой суммы от концентрации оксида азота в объеме представлена на (рис.2).

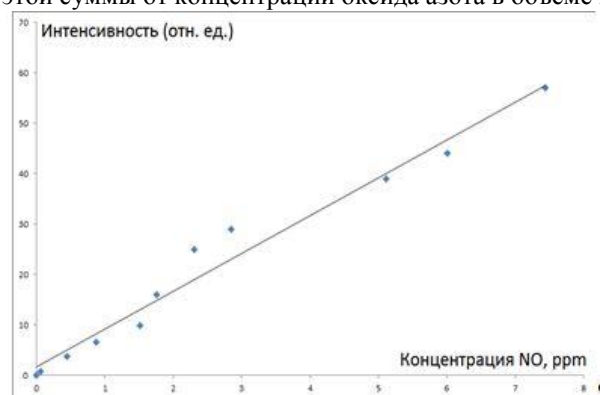


рис.2. Зависимость концентрации NO от интенсивности пиков

Полученный результат хорошо аппроксимируется прямой линией в области небольших концентраций. Линейная зависимость калибровочного графика позволяет утверждать, что анализ суммы интенсивностей пиков эмиссионного спектра достаточен для оценки концентрации оксида азота.

Для автоматизации процесса определения состава исследуемого газа кросс-корреляционным методом и возможности определения концентрации NO, на языке программирования C#, в среде программирования MS Visual Studio, были реализованы отдельные программные модули. Они объединены интерфейсом (рис.3), который позволяет использовать данный прототип газоанализатора пользователям, не имеющим каких-либо познаний в области спектроскопии. Также разработан модуль, который позволяет добавлять новые вещества-биомаркеры в базу данных программы.

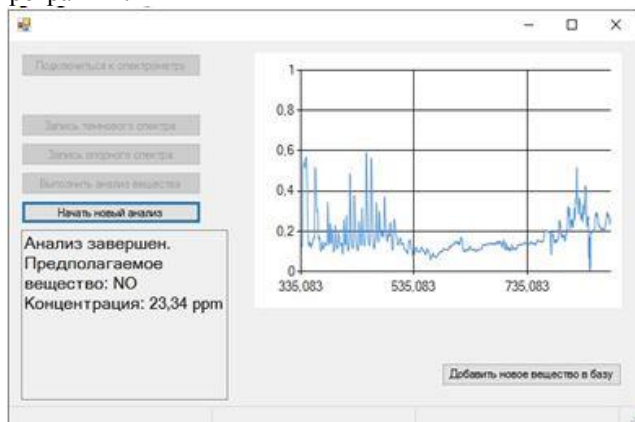


рис.3. Интерфейс программного обеспечения

Работа выполняется в рамках дипломной работы бакалавра в ИАиЭ СО РАН.

Список публикаций:

- [1] Данилина Н.А. Сенсор на основе газового разряда для детектирования газов и летучих веществ в воздухе // Научное сообщество студентов XXI столетия. естественные науки: сб. ст. по мат. V междунар. студ. науч.-практ. Конф. № 5.
[2] Петров А. А., Пушкарёва Е. А. Корреляционный спектральный анализ веществ. В 2 кн. С.-Пб.: Химия, 1993. Кн. 1 – 272 с; кн. 2 – 272 с.

Реализация алгоритмов сглаживания электронно увеличенного изображения в составе цифровых и тепловизионных приборов наблюдения

Голицын Александр Андреевич

Цивинский Михаил Юрьевич

Конструкторско-технологический институт прикладной микроэлектроники

(Филиал ИФП СО РАН)

aag-09@vandex.ru

Одной из задач разработки новых электронных систем наблюдения, а также прицеливания и наведения оружия, к которым относятся цифровые прицелы [1], тепловизионные прицелы [2] и приборы на их основе, является повышение комфортности наблюдения в указанные приборы.

Для удобства наблюдения и прицеливания в условиях, когда отсутствует необходимость наличия широкого поля зрения, в приборе может быть использована функция электронного масштабирования изображения. Традиционно электронное увеличение в приборах применяется для того чтобы «растянуть» получаемое с фотоприемной матрицы изображение на микромонитор, обладающий большим, по сравнению с фотоприемником разрешением. Но даже если фотоприемник имеет сопоставимое или избыточное по сравнению с дисплеем разрешение [3], в электронном масштабировании может возникнуть необходимость для увеличения точности прицеливания по малоразмерным объектам.

Обычно для экономии вычислительных ресурсов прибора в качестве электронного увеличения применяется алгоритм дублирования пикселей изображения, имеющий свой недостаток, заключающийся в том, что при наблюдении увеличенного изображения дискомфорт при прицеливании по малоразмерным объектам. Такими объектами являются все объекты, исходное изображение которых занимает на экране прибора не более 6–8 пикселей в ширину или высоту. Дискомфорт заключается в мерцании контуров объектов и в изменении их формы и размеров. Причина этих эффектов заключается в том, что в момент прицеливания происходит перемещение объекта относительно пикселей изображения (как при наведении прицельного знака на объект, так и в случае его самостоятельного движения), а интенсивность яркости каждого пикселя, попавшего на границу малоразмерного объекта и фона, зависит от соотношения их площадей на данном пикселе



рис. 1. Изменение формы изображения малоразмерного объекта в зависимости от его расположения на матрице фотоприемника

Применение алгоритмов сглаживания увеличенного изображения при его выводе на дисплей позволяет избежать ряби и изменения контуров наблюдаемых объектов, что приводит одновременно к увеличению точности позиционирования прицельного знака и к уменьшению времени прицеливания. Для реализации сглаживания в составе модулей обработки изображения предложено реализовать алгоритм билинейной интерполяции, являющийся расширением линейной интерполяции (получение промежуточных значений функции по имеющемуся конечному набору известных значений [4]) для функции двух переменных, методами, описанными в [4].

Пример электронного увеличения изображения приведен на рис. 2, где представлено исходное изображение, а также приведены результаты увеличения в семь раз без использования сглаживания и с использованием.



а



б



в

рис. 2 Исходное изображение (а), а также результат увеличения в 7 раз путем дублирования элементов (б) и с применением билинейной интерполяции (в)

Алгоритм билинейной интерполяции наблюдаемого изображения успешно реализован в составе тепловизионного прицела [5]. Удобство использования алгоритма и его преимущества подтверждены полигонными испытаниями прибора.

Повышение эффективности использования прицельного комплекса с реализованным электронным увеличением со сглаживанием заключается в относительном увеличении скорости и точности прицеливания по малоразмерным целям по сравнению со стрельбой без использования электронного увеличения. За счет отсутствия мерцания в момент наведения на них прицельного знака при использовании сглаживания, а также за счет минимизации появления ступенчатых или зубчатых диагональных границ наблюдаемых объектов на увеличенном изображении, что делает их более узнаваемыми по сравнению с «пикселизованным» изображением, процесс прицеливания становится более комфортным.

Список публикаций:

- [1] Голицын А. // Вопросы оборонной техники. Сер.16: Техн-ие сред-ва противодействия терроризму, 2013, Вып. 7-8, С. 121–123
- [2] Бутримов И.С., Голицын А.А. // Спецтехника и связь, 2014, №5, С. 12–16
- [3] Голицын А.А. // Спецтехника и связь, 2015, №1, С. 17–19
- [4] Интерполяция и численное дифференцирование // Численные методы / Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. – М.: Мир, 1987 – С. 35–85
- [5] Бутримов И.С., Ширяев А.Н., Голицын А.В., Голицын А.А. // Вестник МВД, 2013, №4, С. 40–48

Распределённая система мониторинга гидрологической обстановки

Голощанов Владимир Александрович

Волгоградский государственный университет

Негинский Игорь Владимирович, к.ф.-м.н.

missminipinkpunkprincess@yandex.ru

В связи с неоднозначно прогнозируемыми изменениями климатической ситуации на планете, в общем, и в наших регионах в частности, возникает необходимость контроля уровня рек, каналов и прочих водоёмов. Одной из причин выбора этого направления, послужил указ президента РФ [1]. Своевременное информирование о ЧС способно обеспечить органы, отвечающие за безопасность, необходимым минимумом для осуществления соответствующих мероприятий. В настоящий момент на рынке систем безопасности для нужд МЧС присутствует множество производителей, которые предлагают различные системы мониторинга уровня воды на гидротехнических сооружениях. Целью данной работы являлась разработка прототипа системы контроля уровня воды, основанной на применении, прежде всего, беспроводных технологий.

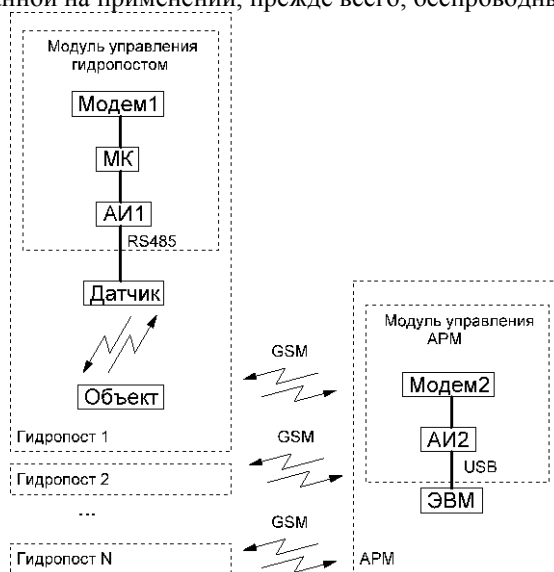


рис.1. Структурная схема системы мониторинга

Структура системы мониторинга представлена на рис.1. Она состоит из значительного количества точек замера уровня воды – т.н. гидропостов. Информация с этих источников поступает в круглосуточную ЕДДС МЧС России. Оперативный дежурный на основе анализа полученной информации принимает решения о информировании как ответственных сотрудников, так и населения, проживающего на опасной территории.

Для эффективного мониторинга гидрологической обстановки на опасных объектах необходимо решить следующие основные задачи:

1. обеспечить функционирование измерительной аппаратуры как в круглогодичный период, так и во всепогодных условиях;
2. обеспечить резервирование дополнительных каналов приёмо-передающей и измерительной частей системы;
3. увеличить количество гидропостов и рассредоточить их на значительной территории.

Измерительная аппаратура системы замера текущего уровня воды может быть основана на применении как контактных, так и бесконтактных датчиков. Для решения первой задачи – всепогодного применения системы - целесообразно применение бесконтактных измерителей. Это позволит решить проблемы обмерзания и засорения датчиков. Из бесконтактных методов наиболее подходящими являются методы ультразвукового или радиоволнового зондирования. Анализ показывает, что для уличного исполнения с вероятным влиянием факторов окружающей среды, вносящих погрешности в показания измерительной системы, наиболее привлекателен радиоволновой метод с непрерывной частотной модуляцией (FMCW) [2].

Для уменьшения вероятности ложных показаний целесообразно использовать несколько датчиков в составе одного гидропоста. Для этого требуется разнесение датчиков от системы управления гидропостом на значительное расстояние. Это накладывает определённые ограничения на каналы передачи информации с уровнемеров. Если применение интерфейса RS-485 решается аппаратной реализацией, то для использования

промышленного протокола Modbus в доступных RISC-контроллерах, требуется разработка оригинального программного обеспечения. Для повышения вероятности использования устойчивого GSM соединения в зоне покрытия с несколькими операторами связи следует предусмотреть дублирующий GSM модуль. В случаях загрузки базовой станции одного оператора всегда иметь возможность соединиться посредством другого.

Распределение гидропостов на значительной территории затрудняется отсутствием скоростных каналов связи. Из недорогих, но достаточно надежных, представляется интересным применение сети стандарта GSM. Но, в связи со значительным удалением от центров коллективного пользования сетью, применение скоростных "Интернет" вариантов передачи или посредством SMS сообщений, порой, невозможно. Решением является передача информации в голосовом канале GSM с применением DTMF кодирования [3].

Для ЭВМ была разработана специализированная интерфейсная программа, обладающая следующим функционалом:

Тонкая настройка модемов;

Установка скорости обмена данными между модулем управления автоматизированным рабочим местом (АРМ) и ЭВМ;

Калибровка датчика;

Мониторинг состояния гидропостов;

Варьирование интервала опроса постов;

Автоматическое изменение интервала опроса, согласно трём различным сценариям: дежурный, тревожный и чрезвычайный;

Визуализация пунктов наблюдения на карте с геопривязкой;

Выбор типа карт: географическая, топографическая, тематическая;

Возможность единичного опроса любой точки в ручном режиме;

Ведение журнала мониторинга с автоматическим сохранением результатов опроса (максимальный, текущий и минимальный уровни) в базе данных в хронологическом порядке;

Протоколирование всех действий оператора с момента запуска и до закрытия приложения;

Таким образом, система мониторинга не претендует на исключительность, но имеет применимость, как дополнение к существующим решениям, так и в виде самостоятельного проекта для исследовательских задач в области прикладной гидрологии.

Список публикаций:

[1] *О создании комплексной системы экстренного оповещения населения об угрозе возникновения или о возникновении чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] // Указ Президента Российской Федерации от 13.11.2012 г. № 1522. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/36332> (дата обращения: 13.09.2015).*

[2] *С. Г. Сажин Средства автоматического контроля технологических параметров: учебник для вузов по направлению "Автоматизация технологических процессов и производств" (химико-технологическая, агропромышленная отрасли) / – СПб.: Лань, 2014. – 368 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература).*

[3] *Попов В.И. Основы сотовой связи стандарта GSM. М.: Эко-Трендз, 2005. 296с.*

Магнитоэлектрический датчик для автомобиля

Жигинский Сергей Викторович

Колесников Николай Андреевич, Проторгуев Сергей Александрович, Филипченко Николай Владимирович

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Петров Роман Валерьевич, д.ф.-м.н.

wekamin@mail.ru

Главной функцией автомобильного датчика является поддержание нормальной работы двигателя. Одной из их разновидностей являются датчики положения и скорости, которые могут быть контактными и бесконтактными. К распространённым бесконтактным датчикам относятся: ёмкостные, индукционные, магниторезистивные, оптические и ультразвуковые.

В данной статье рассматривается датчик, основанный на магнитоэлектрическом эффекте - бесконтактный магнитоэлектрический (МЭ) датчик положения и скорости. Магнитоэлектрический эффект - это индуцированная электрическим полем намагниченность и индуцированная магнитным полем электрическая поляризация.

Целями данной статьи было изучение зависимости МЭ датчика от размера постоянного магнита и расстояния до синхронного диска, изучение его выходных характеристик и возможность его использования в автомобильной технике. Так же производится сравнение полученных выходных характеристик МЭ и индукционного датчика, поскольку именно индукционные датчики получили широкое распространение в автомобилестроении.

Для достижения данных целей были исследованы стандартный индукционный датчик марки VS-CS0112 и разработанный образец МЭ датчика, который представляет собой пластиковый корпус, с внешней стороны которого закреплялся постоянный магнит, а внутрь помещался МЭ элемент. При этом МЭ элемент состоял из 4-х слоёв метгласа(FeBSiC). Для измерения выходных характеристик датчиков был собран измерительный стенд, состоящий из электродвигателя с закреплённым на валу синхронным диском коленчатого вала автомобиля, вблизи которого на расстоянии от 1 мм до 10 мм устанавливались исследуемые датчики. На синхронном диске собранного измерительного стенда имелось 57 впадин одного размера, и одна впадина, называемая “мёртвой точкой”, отличающаяся большим по сравнению с остальными впадинами размером. Измерения проводились на частотах вращения синхронного диска, не превышающих 1 КГц. Выходные характеристики с МЭ и индукционного датчиков снимались при помощи осциллографа.

На *рис.1* изображены две кривые, которые показывают выходные характеристики в зависимости от расстояния до синхронного диска. Установленный на датчик постоянный магнит имел размеры 15x8x2 мм, а во втором случае - 6x3x1 мм соответственно. На рисунке видно, что при установленном на МЭ датчик постоянном магните с размером 6x3x1 выдаваемое датчиком напряжение составляет 108 мВ, а для магнита с размером 15x8x2 выдаваемое напряжение составляет 186 мВ. Т.е. выходное напряжение увеличилось в 1,72 раза. При этом напряжённость магнитного поля для магнита размером 15x8x2 на расстоянии 1мм составляет 1245 Э, на расстоянии 5мм - 482 Э, и на расстоянии 10мм - 153 Э. Для магнита размером 6x3x1 напряжённость магнитного поля на расстоянии 1мм составляет 1089 Э, на расстоянии 5мм - 107 Э, и на расстоянии 10мм - 20 Э.

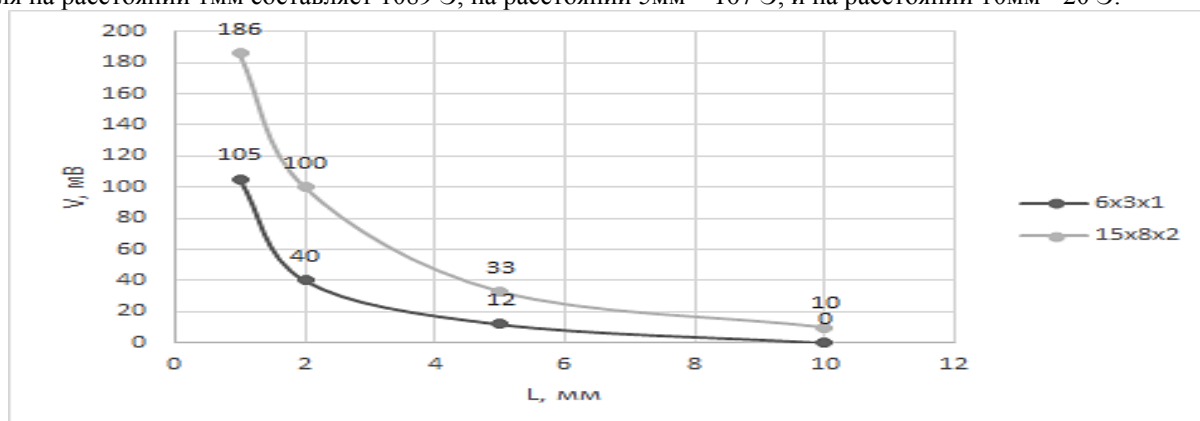


рис.1. Зависимость выходной характеристики МЭ датчика от размера постоянного магнита и от расстояния до механической системы при частоте вращения синхронного диска, равной 80 Гц.

На *рис.2* и *рис.3* приведены осциллограммы выходного напряжения с индукционного и МЭ датчиков. Как можно видеть из данных графиков, оба датчика реагируют на все впадины синхронного диска, в особенности, на “мёртвую точку”, при прохождении которой происходил резкий скачок выдаваемого с датчиков напряжения. При этом, хоть выходное напряжения с индукционного датчика и превосходит выходное напряжение с МЭ датчика, всё же формы кривых осциллограммы выходных напряжений двух датчиков качественно повторяют друг друга.

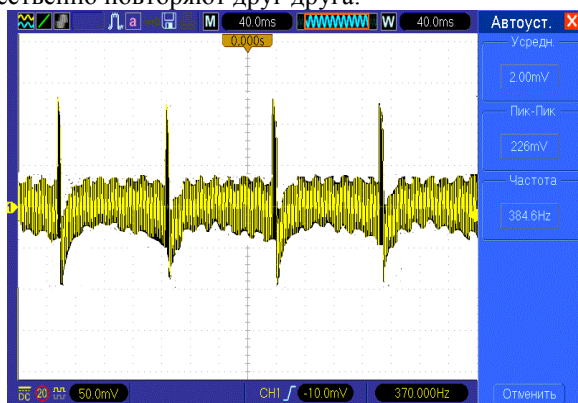


рис.2. Выходная характеристика МЭ датчика.

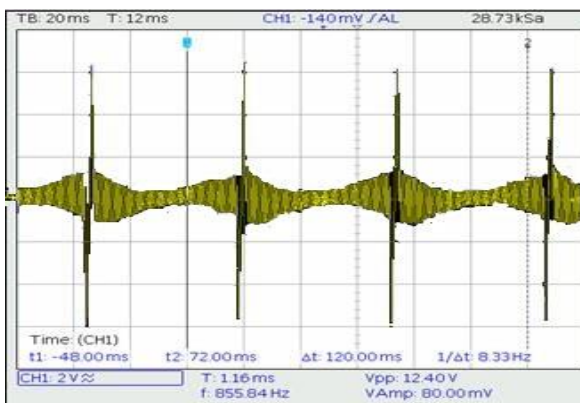


рис.3. Выходная характеристика индукционного датчика марки VS-CS0112

В статье проведены исследования МЭ датчика, представлены его выходные характеристики. Установлены зависимости характеристики датчика от размера установленного постоянного магнита и расстояния до синхронного диска. Так же проведено сравнение выходных характеристик МЭ и индукционного датчиков. Было выяснено, что выходное напряжение МЭ датчика на частоте вращения синхронного диска 384Гц равно 226мВ, и магнитоэлектрический коэффициент равен 4,52 В/(см*Э). При этом при дальнейшем увеличении частоты вращения синхронного диска выходное напряжение увеличивалось вплоть до 300мВ. Поэтому, благодаря высокому быстродействию и хорошей форме осциллограмм выходного напряжения, МЭ датчик можно считать перспективным для создания точных и малозатратных автомобильных датчиков.

Список публикаций:

[1] Колесников Н.А., Леонтьев В.С., Божков С.Т. Исследование характеристик магнитоэлектрического датчика положения коленчатого вала // Вестн. Новг. гос. ун-та. Сер.: Технические науки. 2016. № 4 (95). С.26–28.

О возможности применения спекловой интерферометрии в офтальмологии в широкой практике в определении сложной оптической коррекции зрения

Костюнин Александр Васильевич

Куприянов Илья Витальевич

Пензенский государственный университет

kostjunin@mail.ru

Перспективы использования спекловой интерферометрии в офтальмологии для определения параметров сложной оптической коррекции зрения высоко оцениваются специалистами ввиду потенциально более высокой точности по сравнению с существующими методами [1,2]. Однако до настоящего времени попытки разработки приборов с этой целью для введения в широкую практику встречают определённые трудности. Например, в работе [2] выявлены новые преимущества и возможности развиваемой методологии спекловой интерферометрии, даже с использованием достаточно громоздких узлов экспериментальных установок сорокалетней давности [1].

Такие результаты авторам монографии удалось получить при использовании ими субъективного способа подбора в эксперименте линз с минимальными грациями через 0,25 дптр. Таким образом, представляется необходимой разработка приборного обеспечения спекловой интерферометрии в офтальмологии для определения параметров оптической коррекции зрения.

Нами разработан и изготовлен макет измерительной части будущего прибора на основе использования спекловой методологии с плавно изменяемой рефракцией оптической системы от плюс 25 дптр до минус 25 дптр. Проведённые клинические испытания макета по сравнению с авторефрактометрией показали его лучшие характеристики астигматической коррекции, что подтвердили субъективные, как более комфортные, ощущения пациентов и результаты контроля их зрения по известным таблицам Сивцева с очками с найденными характеристиками линз. Кроме того, прибор позволяет независимо найти параметры сложной оптической коррекции, включая астигматическую компоненту, как «для дали», так и «для близи».

В акте испытаний отмечено, что при наличии высокой результативности использование субъективного метода при работе с макетом требует от пациента определённых навыков, что снижает эффективность методики. Поэтому в настоящее время проводятся исследования по разработке объективного метода и автоматической системы для управления оптической системой прибора с использованием динамики спекловой картины, наблюдаемой пациентом.

Список публикаций:

[1] Старк Г. Применение методов Фурье-оптики // М.: Радио и связь, 1988. – 536 с.

[2] Шаповалов, С. Л. Лазерная оптометрия: Монография // С. Л. Шаповалов, Т. И. Милявская, С. А. Игнатъев – М.: МИК, 2012. – 192 с.

Автоматизация настройки оптической системы на основе динамики спекловой картины

Куприянов Илья Витальевич

Костюнин Александр Васильевич

Пензенский государственный университет

Костюнин Александр Васильевич, к.п.н.

kup-92@yandex.ru

В настоящее время существует целый ряд разновидностей приборов для диагностики зрения – авторефрактометров. Эти приборы, как правило, являются дорогостоящими и выполняют большое количество функций, среди которых не все востребованы в ежедневной практике медицинских кабинетов и больниц. Сложность устройства значительно увеличивает стоимость авторефрактометров.

Отмечены особые перспективы развития лазерной спекловой интерферометрии в сфере определения параметров оптической коррекции зрения [1, 2]. На базе лаборатории «Инновации прикладной физики» ПГУ был построен макет авторефрактометра на основе спекловой интерферометрии. Были проведены клинические испытания и была доказана эффективность и безопасность используемых методов диагностики зрения. Однако, до настоящего времени не было найдено применимых подходов по автоматизации процесса настройки оптических систем с использованием спекловой интерферометрии.

Проведенные исследования [3, 4] позволяют утверждать о применимости подходов по анализу динамики спекловой картины для реализации автоматической настройки оптической системы, включающих сочетание алгоритмов кросскорреляционного анализа и методов трассерной визуализации.

В результате проведенных НИОКР была сконструирована макетная установка с внедренной системой автоматического управления, осуществляющей подстройку оптической системы макета под величину рассогласования в функциональном блоке, эмулирующем глазное яблоко пациента (рис.1).

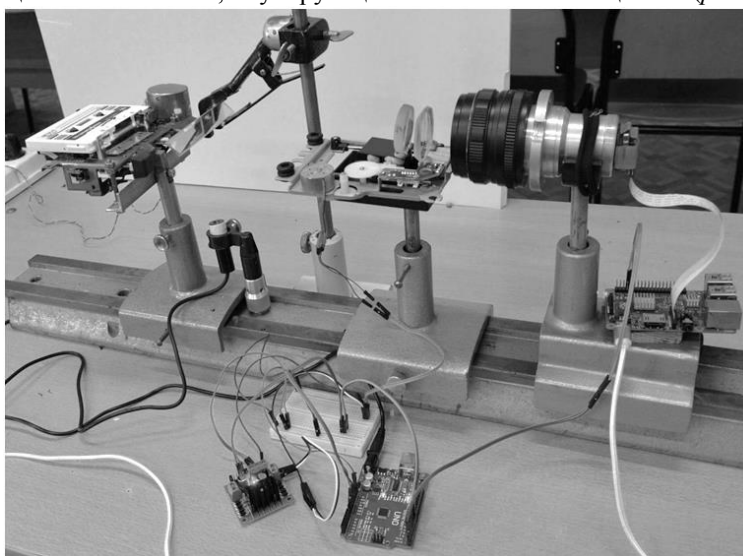


рис.1 Макетная установка с внедренной системой автоматического управления

Сконструированная лабораторная установка дает возможность отработать подходы по автоматической настройке оптических систем на основе динамики спекла. Дальнейшие исследования позволят автоматизировать макет прибора, что в перспективе обеспечит возможность вывода устройства на рынок.

Список публикаций:

[1] Старк Г. Применение методов Фурье-оптики // М.: Радио и связь, 1988. – 536 с.

[2] Шаповалов, С. Л. Лазерная оптометрия: Монография // С. Л. Шаповалов, Т. И. Миляевская, С. А. Игнатьев – М.: МИК, 2012. – 192 с.

[3] Костюнин А.В. Проектирование автоматической системы определения параметров оптической коррекции зрения на основе спекловой интерферометрии / А.В. Костюнин, И.В. Куприянов, М.С. Ревунов // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2015), Том 1: труды Международной научно-технической конференции/ под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2015. – 360 с.

[4] Костюнин А.В. Автоматическая система определения параметров оптической коррекции зрения на основе спекловой интерферометрии / А.В. Костюнин, И.В. Куприянов, М.С. Ревунов // Проблемы автоматизации и управления в технических системах: сб. ст. Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 70-летию Победы в Великой Отечественной войне (г. Пенза, 19-21 мая 2015 г.): в 2 т./ под ред. д.т.н., проф. М.А. Щербакова. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2015. – Т.1. – 452 с.

Разработка программного обеспечения для цифрового инклинометра

Курдюков Алексей Сергеевич

Новосибирский государственный университет

Рудаков Аркадий Владимирович

borok48@yandex.ru

Задача измерения угла отклонения актуальна во многих областях, например, в строительстве, приборостроении, авиамоделировании, авиастроительстве и т.д. Кроме того, инклинометры, при определённых условиях, могут заменить другие типы датчиков, например, энкодеры угла поворота. Целью настоящей работы являлась разработка программного обеспечения для цифрового инклинометра на базе микроконтроллера и инерциального датчика (трехосевого акселерометра).

Детектирование углов наклона тела с помощью акселерометра происходит путем разложения вектора ускорения свободного падения по ортогональным осям. Далее, зная величину проекций вектора и их соотношение, с помощью тригонометрии мы можем вычислить эти углы. Сложность алгоритма заключается в трудоемкости тригонометрических вычислений (взятие арктангенса) и извлечении корней, для которых используются сопроцессоры с плавающей точкой и специальные математические библиотеки.

В ходе работы стояла задача оптимизировать алгоритм вычисления углов наклона. В результате, для быстрого вычисления арктангенса используется заранее запрограммированная таблица соответствия углов наклона и значений их тангенсов, то есть соотношения проекций ускорения свободного падения. Для точности $\pm 1^\circ$ достаточно таблицы на 100 значений, что не является большим объемом информации для современных контроллеров. В качестве инструмента для извлечения корней был использован алгоритм дихотомии, который гарантирует получение результата за конечное число шагов при заданной точности. Таким образом, становится возможным использование этого алгоритма на микроконтроллере с целочисленной арифметикой в реальном времени без дополнительных сопроцессоров и библиотек.

Разработанное программное обеспечение протестировано на стенде, включающем микроконтроллер STM32F051 архитектуры ARM Cortex-M0 и трехосевой акселерометр LIS3DHTR производства STMicroelectronics. Кроме того, данное программное обеспечение дополнено модулем поддержки распространенного протокола передачи данных Modbus RTU, который позволяет безболезненно интегрировать инклинометр в уже существующие системы контроля и управления и использовать его в реальных проектах промышленной автоматизации.

Название Моделирование и исследование ВОЛП-СР с рамановскими усилителями

Лопатюк Алена Викторовна

Маркушева Анастасия Михайловна²

Башкирский государственный университет,

Уфимский государственный авиационный технический университет

Сметанина Ольга Николаевна², д.т.н.

alyona-lopatyuk@yandex.ru

Рост объемов передаваемой информации требует увеличения пропускной способности волоконно-оптических линий передачи (ВОЛП). В настоящее время для протяженных линий наиболее эффективным способом является внедрение волоконно-оптических систем со спектральным разделением (ВОСП-СР). Важной частью таких линий являются оптические усилители (ОУ), обеспечивающие одновременное усиление сигнала ВОСП-СР в требуемом диапазоне длин волн. Широко используемые на сегодняшний день усилители на основе волокна, легированного эрбием (EDFA), имеют ограничение на рабочий диапазон и шум-фактор. Более перспективными для использования на протяженных ВОЛП с ВОСП-СР являются усилители, основанные на явлении вынужденного комбинационного (рамановского) рассеяния – волоконные рамановские усилители (ВРУ).

В данной работе представлена модель 24-х канальной DWDM линии со скоростью передачи 10 Гбит/с и длиной оптического волокна 395 км. Мультиплексор осуществляет слияние 24-х отдельных оптических каналов в единый канал, который распространяется далее по одномодовому оптическому волокну с ненулевой смещенной дисперсией (затухание $\alpha_{ОВ}=0,22$ дБ/км). На участке волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) устанавливаются четыре линейных рамановских усилителя, где с помощью 9 источников накачки происходит равномерное усиление каждого канала. Рамановское усиление может наблюдаться в любом ОВ. В данном

случае было использовано компенсирующее оптическое волокно длиной 7 км компании Hitachi, так как эффективность взаимодействия максимальна у компенсирующих волокон. Таким образом, размещая лазеры накачки на входе такого волокна, одновременно компенсируется дисперсия и усиливается сигнал. Далее демультиплексор принимает оптический сигнал, выделяет из него 24 канала с различными длинами волн и направляет их на соответствующие фотоприемники. Значение битовой ошибки BER равно $10^{-13,8}$. Результат лежит в допустимом диапазоне значений $10^{-15} < \text{BER} < 10^{-12}$, поэтому можно сказать, что сигнал от источника до приёмника проходит практически без потерь информации и система функционирует нормально [1].

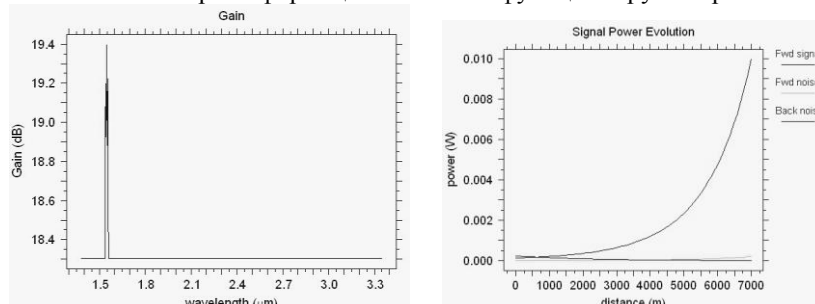


рис.1. 1) значение коэффициента усиления и 2) изменение мощности сигнала после 1 рамановского усилителя

Оптический сигнал с выхода волоконной модели передается блоку оптического усилителя мощности, где он усиливается на 19,4 дБм (рис. 1.1). Накачивая в обратном направлении, вследствие рамановского взаимодействия, получим лучшее соотношение сигнал/шум (рис.1.2).

Также были исследованы условия распространения волн по ВОЛП-СР при отклонении скорости передачи, длины волокна и мощности накачки в рамановском усилителе от первоначального значения.

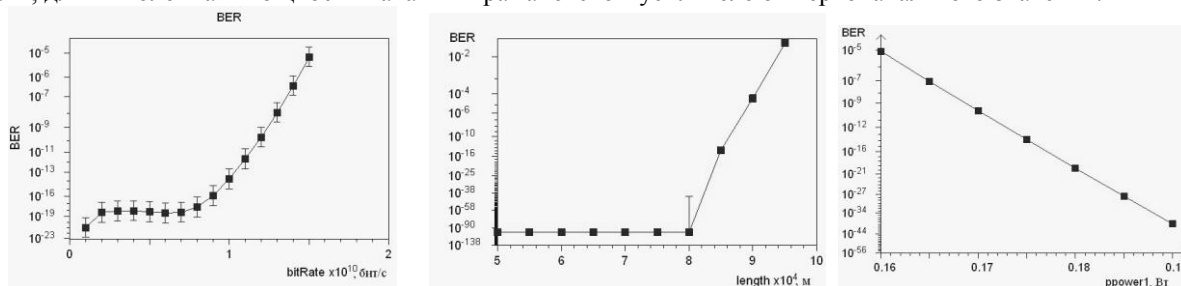


рис.2. Зависимость BER от 1) скорости передачи, 2) длины волокна между усилителями, 3) мощности накачки первых трех лазеров в рамановском усилителе

При увеличении скорости передачи данных до 10 Гбит/с значение BER практически не изменяется (рис.2.1). Далее при увеличении скорости значение BER увеличивается, и система не удовлетворяет требованиям. Увеличение скорости передачи ведет к уменьшению дисперсионной длины участка, и начинают проявляться нелинейные эффекты оптического сигнала. По рис.2.2 можно определить оптимальную длину регенерационного участка, которая равна 85 км.

Характеристики распределенных рамановских усилителей значительно зависят от ОВ, выбранной схемы накачки, количества и мощности источника накачки. Видно, что при увеличении мощности накачки уменьшается соответственно значение битовой ошибки (рис.2.3). Это происходит вследствие увеличения входной мощности системы. Также можно определить оптимальную длину компенсирующего волокна 7 км, а также мощность накачки лазеров 0,175 Вт, при котором значение BER соответствует норме.

Такое исследование дает возможность на этапе проектирования современных или реконструкции существующих ВОЛП давать рекомендации по выбору оптимальных параметров системы передачи и размещению оптических усилителей и регенераторов, помогая стоять экономически оправданные оптические сети.

Список публикаций:

[1] Лопатюк А.В. Моделирование и исследование ВОСП-СР, в С И L диапазонах. Сборник трудов VIII Международной школы-конференции для студентов, аспирантов и молодых ученых «Фундаментальная математика и ее приложения в естествознании». Том 2, Физика Химия Научные статьи, стр.37-40, г.Уфа, 2015г.

Изучение принципа работы и моделирование элемента интегрально-оптического модулятора переключающего типа

Магзумьянова Линара Флоритовна
 Лопатюк Алёна Викторовна
 Башкирский государственный университет
linara2303@gmail.com

Целью данной работы является изучение принципа работы и моделирование элемента интегрально-оптического модулятора переключающего типа.

Исследование проводится на базе программного пакета САПР VeamPROP, что позволяет получать подробную информацию о различных аспектах функционирования системы в зависимости от входных данных и воспроизводить ее поведение.

Элементом электрооптического интегрально-оптического модулятора переключающего типа является X-образный планарный ответвитель. Он представляет собой два скрещенных одномодовых канальных оптических волновода с углом пересечения θ (обычно $\theta < 1^\circ$).

Для уменьшения потерь мощности область пересечения погруженных канальных волновода выполняют с увеличенным показателем преломления $2\Delta n + n_0$, где $\Delta n = n_1 - n_0$. Потери мощности в таком волноводном пересечении обусловлены в основном отражением направляемых волн на границе раздела сред с различными показателями преломления.

Переключатели на X-образных пересекающихся волноводах могут быть выполнены на основе многомодовых трехмерных волноводов. В этом случае переключатель работает как электрооптический управляемый отражатель. В таком переключателе распределение полей мод имеет более сложный характер, а уровень перекрестных помех между каналами возрастает. Анализ пересечений многомодовых трехмерных волноводов обычно проводят в приближении геометрической оптики, что оправдано уже при числе мод свыше 10.[1]

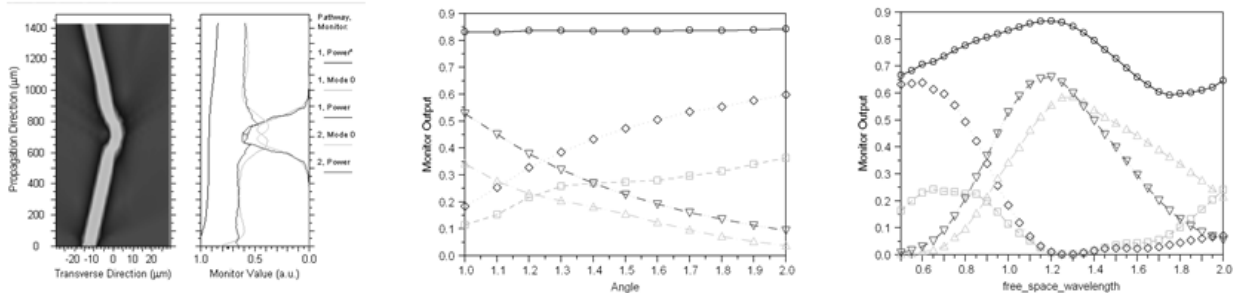


рис. 1. 1) График распространения излучения в разветвителе при длине волны 1.31 мкм; 2) График мощности излучения в X-образном ответвителе в зависимости от угла между волноводами; 3) длины волны проходящего излучения

На первом графике рис.1 наглядно видно, что излучение проходит через 2-ой канал при указанных параметрах. Из второго графика переключение мощности между каналами происходит в интервале 1.25 -1.4 градуса. На третьем графике модуляция входного сигнала во 2 волокно наблюдается при длинах волн от 1.2 до 1.5 мкм, что соответствует рабочему диапазону волоконно-оптической линии связи.

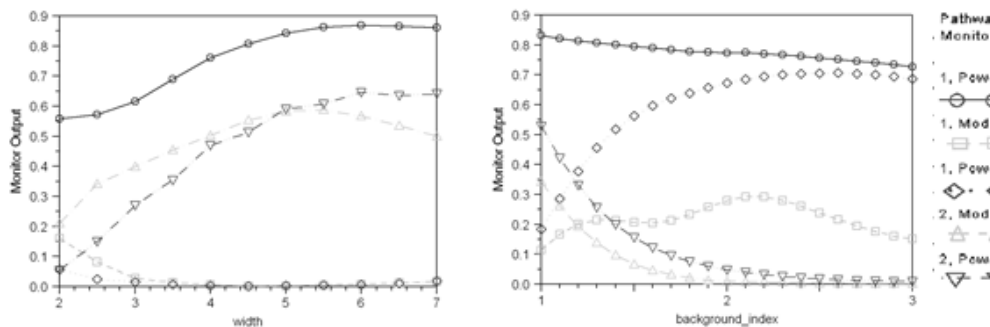


рис. 2. Графики мощности излучения в X-образном ответвителе в зависимости от: 1) ширины волноводов; 2) показателя преломления подложки

На графике (рис.2.1) мы видим, что ширина волноводов не влияет на процесс модуляции, но наиболее приемлемое значение составляет 3-7 мкм. Рис.2.2 отображает влияние показателя преломления подложки – при увеличении его значения более 1.47 доля излучения во втором канале падает, а в первом соответственно возрастает.[2]

В данной работе были рассмотрены принципы распространения излучения в планарной многослойной структуре. Проведены исследования мощности проходящего излучения в электрооптическом интегрально-оптического модуляторе переключающего типа в зависимости от ширины волноводов, угла между волноводами, длины волны излучения и показателя преломления подложки.

Список публикаций:

[1] Лопатюк А.В. Моделирование наноразмерного оптического разветвителя на основе интегрально-волноводной структуры. Труды международной научно-технической конференции «Нанотехнологии функциональных материалов» Санкт-Петербург, 21-25 июня 2016г., с.812-818.

[2] Магзумьянова Л.Ф., Атыева И.Р., Лопатюк А.В. Исследование многослойной структуры X-образного планарного ответвителя. Тезисы докладов IV Всероссийской научной молодежной конференции с международным участием «Актуальные проблемы микро- и нанoeлектроники», 29 ноября – 2 декабря 2016 г., г. Уфа. Стр.63-65.

Лабораторный макет для исследования вольтамперных характеристик двухвыводных полупроводниковых приборов при различных температурах

Мирошин Игорь Андреевич

Южный федеральный университет

Сидоренко Евгений Никифорович, к.ф.-м.н.

miroshin23@mail.ru

Изучение свойств полупроводниковых приборов играет большую роль в образовательном процессе студентов технических специальностей. Особый интерес вызывает влияние повышенной температуры на характеристики двухвыводных полупроводниковых приборов, таких как диоды, стабилитроны, варикапы и другие. Изменения вольтамперных (ВАХ) или частотных характеристик полупроводниковых приборов при повышенных температурах окружающей среды может привести к ухудшению свойств прибора в целом, а иногда и к полному выходу их из строя.

Основная сложность при изготовлении макета для температурных исследований полупроводниковых приборов заключается в изготовлении компактного нагревателя, поддержании постоянной температуры в процессе измерения параметров, перестройке температурного режима. Исходя из этого, был спроектирован и собран макет, позволяющий разогревать исследуемый полупроводниковый прибор в пределах от 35°C до 105°C с шагом в 5°C. Измерение температуры выполняется каждые 100мс при помощи цифрового термометра DS18B20[1] с диапазоном измерений от -55°C до +125°C и точностью ±0,5°C. Контрольные испытания проводились при температурах: 35°C, 55°C и 85°C. Отклонение температуры от установленной в этих контрольных точках не превышало ±1°C. Длительность каждого испытания составляла 25 минут. В качестве нагревательных элементов используются два транзистора КТ972А в корпусе ТО-126[2]. Для передачи тепла к исследуемому образцу используется система медных пластин, образующая два зажима для исследуемого образца - полупроводникового прибора и цифрового термометра. Управление процессом нагрева и вывод данных осуществляется при помощи платформы Arduino Nano v3.0 на базе микроконтроллера ATmega168p[3]. Для приёма и обработки данных был разработан соответствующий код программы микроконтроллера. Индикация текущей температуры и настройки отображается на дисплее LCD 16x2. Конструкция системы контактных медных пластин позволяет исследовать полупроводниковые приборы с корпусами ТО-92, ТО-72, DO-15, DO-35[4]. Установка имеет программную защиту, предотвращающую перегрев и выход из строя внутреннего оборудования. В случае срабатывания защиты установка программно останавливает работу, а на дисплей выводится сообщение об ошибке и возможной причине остановки. Принцип работы макета основан на параллельном нагреве исследуемого образца и цифрового термометра. После получения данных от цифрового термометра в микроконтроллере происходит сравнение значений текущей и установленной температуры, что приводит к принятию решения о подаче мощности в цепь нагревательного элемента (используется двухпозиционное регулирование). Схема цепи нагревательного элемента представлена на рис. 2. Сигнал микроконтроллера приводит к изменению тока через фотодиод оптрона, фототока через транзистор Т1, изменению базового тока транзистора VT КТ972А. Пропорционально базовому току меняется ток коллектора и эмиттера, а, следовательно, и выделяемая мощность на радиаторе транзистора. Для гальванической развязки микроконтроллера и цепи нагревательного элемента используются оптроны РС-817[5]. Это является дополнительным элементом защиты цифровых устройств. С помощью соединительных проводов и клемм,

контакты исследуемого полупроводникового прибора выводятся наружу для включения в различные измерительные цепи.

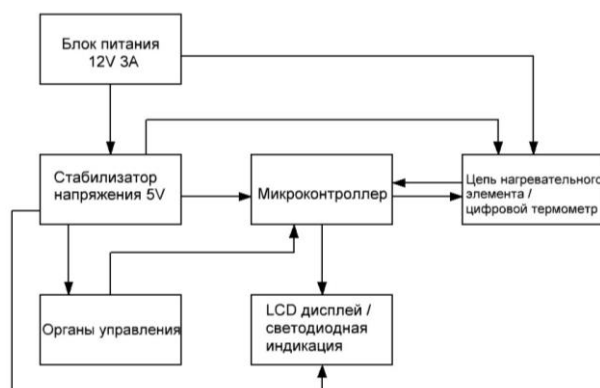


рис. 1 Структурная схема макета

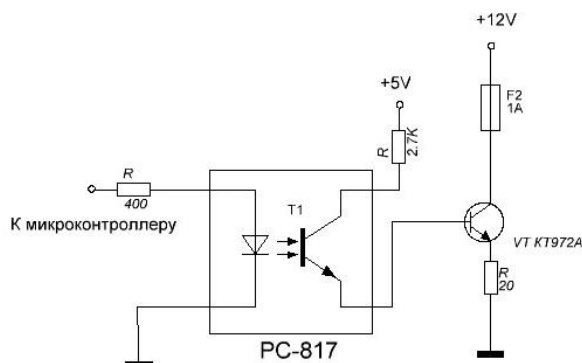


рис. 2 Схема цепи нагревательного элемента

В качестве контрольного эксперимента был использован кремниевый диод FR-207[6]. На его основы были получены характеристики близкие к стандартным для различных температурных режимов[7].

Таким образом, была разработана структурная схема (рис.1) и изготовлен макет для исследования вольтамперных характеристик полупроводниковых приборов в лабораторных условиях. Написана специализированная программа для обработки данных и управления внутренними цепями макета. Проведены контрольные измерения вольтамперных характеристик диода при различных температурах. Использование программного управления и современной цифровой техники позволяет поддерживать температуру с точностью $\pm 1^\circ\text{C}$ в течение длительного времени. Применение LCD дисплея позволяет наглядно отображать текущую температуру и настройки. Использование транзисторов в качестве нагревательных элементов позволяет локализовать область нагрева и сократить энергопотребление по сравнению с резистивными или индукционными нагревательными элементами.

Список публикаций:

- [1] *Electronic components datasheet search* [Электронный ресурс]. URL: <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/58557/DALLAS/DS18B20.html> (дата обращения: 5.11.2016).
- [2] *Интеграл* [Электронный ресурс]. URL: <http://www.transistor.by/i/pdf/kt972.pdf> (дата обращения: 18.11.2016).
- [3] *Electronic components datasheet search* [Электронный ресурс]. URL: <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/392273/ATMEL/ATMEGA168PA-AU.html> (дата обращения: 5.11.2016).
- [4] *Электронные компоненты* [Электронный ресурс]. URL: http://www.fotorele.net/pdf/TIPY_KORPUSOV_IMPORTNYH_DIODOV.pdf (дата обращения: 3.12.2016).
- [5] *Farnel Element* [Электронный ресурс]. URL: <http://www.farnell.com/datasheets/73758.pdf> (дата обращения: 11.01.2017).
- [6] *Electronic components datasheet search* [Электронный ресурс]. URL: <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/33979/WTE/FR207.html> (дата обращения: 13.01.2017).
- [7] Федотов, Я.А. *Основы физики полупроводниковых приборов* / Я.А. Федотов; ред. И.М. Волкова. - Москва: Советское радио, 1963. -655с.

Моделирование плавления тепловыделяющего элемента в реакторах на быстрых нейтронах

Николаенко Александр Вадимович

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет

Усов Эдуард Викторович

alexander.nickolaenko@yandex.ru

Обоснование безопасности энергетических реакторных установок – важнейший этап проектирования. Однако, проведение натурного эксперимента для обоснования безопасности конструкции реактора зачастую невозможно. На сегодняшний день, преобладающим подходом к валидации того или иного проекта является численное моделирование процессов, протекающих в реакторе.

В ходе тяжёлой аварии в реакторе на быстрых нейтронах с охлаждением жидким натрием, теплоноситель может разогреться до температуры кипения, испариться из активной зоны, оголив, таким образом поверхность тепловыделяющего элемента (ТВЭЛ). В результате оголения может расплавиться как оболочка ТВЭЛ, так и топливо. Дальнейшее движение расплава зависит от баланса сил, гравитации, сил вязкого

трения с поверхностью твэл и, трения с газовым потоком. Поэтому важным является понимание того, какой эффект будет иметь преобладающее воздействие и в какую сторону будет двигаться плёнка расплава.

В представленной работе исследуется поведение расплавленной в результате аварии оболочки твэл реактора на быстрых нейтронах с учётом различных внешних условий: под действием силы тяжести, трения плёнки расплава с газовым потоком и одновременном действии указанных сил. Для проведения численных расчётов использовался модуль SAFR интегрального кода Евклид/V2[1], разработанный в ИБРАЭ РАН.

Численное решение анализировалось при различных расчётных параметрах, таких как шаг интегрирования, масштаб расчётной сетки и др. Результаты сравнивались с аналитическим решением рассматриваемой физической модели. В результате анализа, было выяснено, что средняя абсолютная погрешность численного метода, в сравнении с аналитическим решением, не превышает 5% при любых допустимых параметрах расчёта.

Для проведения вышеописанных расчётов была проведена интеграция метода, позволяющего правильно рассчитывать перенос массы и энергии между расчётными ячейками. А именно, доработана возможность переноса массы и энергии большей, чем есть на текущий временной момент в ячейке, за счёт добавления свободного члена, уравновешивающего правую часть уравнения.

Внедрение этого метода позволило проводить численные расчёты с использованием модуля в условиях приблизительно равных по силе воздействия силы гравитации и одновременного трения поверхности плёнки с газовым потоком.

Список публикаций:

[1] Алипченков В.М., Беликов В.В., Васекин В.Н., Вепрев Д.П., Веретенцев В.А., Иванов Е.Н., Колобаева П.В., Кудашов И.Г., Мосунова Н.А., Стаханова А.А., Стрижов В.Ф., Усов Э.В., Муратов А.Г., Тюков В.В., Анфимов А.М., Горбунов В.С., Кузнецов Д.В. // *Материалы Третьей международной научно-технической конференции. «Инновационные проекты и технологии ядерной энергетики» Москва, 07-10 октября 2014: Изд-во ОАО "НИКИЭТ". 2014. С.175-191.*

Автоматизация системы детектирования подвижности лабораторных мышей в биологических экспериментах

Перетьяко Александр Павлович

Новосибирский государственный университет

Рудаков Аркадий Владимирович

alex_p94@mail.ru

В ряде биологических экспериментов над лабораторными мышами ученым требуется знать, насколько подвижными были их подопытные. В настоящее время существуют системы мониторинга двигательной активности лабораторных мышей на основе систем видеонаблюдения. Специализированная обработка изображения получаемого с видеокамеры позволяет измерять уровень активности мыши и классифицировать её движение. Однако этот подход достаточно ресурсоемкий. Во многих экспериментах может одновременно участвовать (в различных клетках) несколько десятков подопытных мышей, а масштабирование системы видеонаблюдения оказывается экономически не приемлемым. При этом зачастую не требуется дифференциация типов движения и разрешение мелкой моторики, а достаточно лишь фиксировать перемещение мыши в пределах клетки.

Для решения данной задачи был выбран способ измерения количества движения при помощи пассивной инфракрасной матрицы малого разрешения. Пассивная инфракрасная матрица имеет достаточную разрешающую способность для фиксации небольших температурных изменений. Данный способ позволяет однозначно детектировать факт движения мыши. А также, исходя из распределения интенсивности инфракрасного излучения и перемещения его пиков, оценивать количество движения подопытной мыши. В ходе работы был разработан специализированный алгоритм, позволяющий на основе анализа накопленных данных построить траекторию движения подопытной мыши за произвольный временной промежуток.

Для работы была выбрана пассивная инфракрасная матрица AMG8833 производства фирмы Panasonic [1]. На ее основе построен датчик, включающий в себя микроконтроллер, который осуществляет получение данных с пассивной инфракрасной матрицы по интерфейсу I2C, первичную обработку данных и дальнейшую передачу информации на верхний уровень посредством интерфейса RS-485 по протоколу Modbus RTU. Целью настоящей работы являлась разработка соответствующего программного обеспечения для микроконтроллера. Управляющее приложение на верхнем уровне осуществляет опрос необходимого числа датчиков, обработку, накопление и визуализацию полученных данных.

В настоящее время собран макет системы, включающий в себя прототип датчика и программное обеспечение верхнего уровня, реализующее базовый функционал. В ходе тестирования работы прототипа системы было определено, что при использовании данного метода достигается необходимая точность измерения количества движения. Следующим шагом необходимо отладить функционирование программного обеспечения верхнего уровня при подключении порядка нескольких десятков датчиков. В дальнейшем планируется провести тестирование системы с целью оценить возможность детектирования посещений кормушки и поилки лабораторной мышью, а также возможность детектирования выделений мыши.

Список литературы:

[1] *AMG88xx Grid-EYE Datasheet.*

Разработка универсальной программы, позволяющей изучать строение молекул и оценивать центры специфической сольватации

Халявка Мария Анатольевна

Кубанский государственный университет

Жаркова Оксана Михайловна

mari.khalyavka@mail.ru

В настоящее время происходят коренные изменения в сфере высоких технологий – информационных технологиях, микромеханике и др., связанные с фундаментальными и прикладными исследованиями, конструированием и практическим использованием материалов и устройств, элементы которых имеют размеры менее 100 нанометров.

Чтобы создать любой нанообъект необходимо детальное знание его структуры. А знание структуры, в свою очередь, в виду малости объектов, возможно с помощью методов компьютерного моделирования. Под знанием структуры понимается геометрическая конфигурация, соответствующая глобальному минимуму энергии. Кроме того, необходимо учесть динамическое поведение молекулы и влияние межмолекулярных взаимодействий. В настоящее время существуют программные продукты, позволяющие произвести подобные вычисления в рамках неэмпирических и полумэмпирических методов, однако, нет программы, которая бы единым образом объединяла расчет структуры молекулы и влияние межмолекулярных взаимодействий.

В связи с этим, целью данной работы является создание программы, которая позволила бы единым образом:

- оптимизировать структуру молекулы;
- исследовать динамическое поведение объекта;
- произвести учет неспецифической сольватации;
- оценить центры специфической сольватации.

Для решения задачи об оптимизации геометрической структуры молекул используется метод молекулярной механики [1], для учета центров специфической сольватации будет использован метод молекулярного электростатического потенциала [2].

В методе молекулярной механики атомы рассматриваются как ньютоновские частицы, которые взаимодействуют друг с другом посредством неких потенциальных полей, задаваемых эмпирически. Потенциальная энергия взаимодействия зависит от длины связей, углов связи, торсионных углов и нековалентных взаимодействий (в т.ч. сил Ван-дер-Ваальса, электростатических взаимодействий и водородных связей). В этих расчетах силы, действующие на атомы, представляются в виде функций координат атомов.

Метод МД основан на численном решении классических уравнений движения частиц в некотором выделенном объеме среды. Все частицы, находящиеся в выделенном объеме (МД ячейке), взаимодействуют друг с другом посредством заданного потенциала взаимодействия.

Информативным является метод молекулярного электростатического потенциала (МЭСП). Его физический смысл следующий. Пусть заряд q_1 создает в точке пространства с радиус-вектором r МЭСП $V(r)$. Если в эту точку поместить точечный заряд q , то энергия электростатического взаимодействия между зарядом q и зарядом q_1 будет равна qV (в одноэлектронном приближении без учета поляризационной составляющей). В каждой точке r пространства внутри и вне молекулы МЭСП имеет вид:

$$V(r) = - \int \frac{\rho(r_i)}{|r-r_i|} dV_i + \sum_{\alpha} \frac{Z_{\alpha}|e|}{|r-R_{\alpha}|} \quad (1)$$

где $\rho(r)$ – электронная плотность, Z_{α} и R_{α} - заряд и радиус-вектор ядра α .

В качестве языка программирования используется Фортран. Использование Фортрана, как основного алгоритмического языка, в первую очередь мотивировано самой сутью технологии или метода МД моделирования. В компьютерной реализации МД обычно приходится иметь дело с огромным набором схожих фрагментов или циклов, которые выполняются многократно одинаково.

Программа рассчитана на исследование молекул, содержащих атомы углерода, кислорода, водорода и азота. Максимальное число атомов – 100.

В настоящее время программа находится в начальной стадии разработки. Реализуется метод молекулярной механики. Проводится работа по тестированию программы.

Список публикаций:

[1] Соловьев М. Е., Соловьев М. М. *Компьютерная химия* – М.: Солон-Пресс, 2005. – 536 с.

[2] Майер Г. В., Артюхов В. Я., Базыль О. К и др. *Электронно-возбужденные состояния и фотохимия органических соединений*. - Новосибирск: Наука, 1997. – 232 с..

Численные методы для поиска управления квантовыми системами

Шауро Виталий Павлович

Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН

Shaurkin@hotmail.com

За последние два десятилетия различные методы управления квантовыми системами получили значительное развитие, как в части теории, так и в экспериментальной реализации. Актуальность этой области исследований обусловлена большой практической значимостью решаемых задач - от управления химическими реакциями до создания квантового компьютера и сверхбезопасных квантовых каналов связи.

Наверное, одним из наиболее интересных и многообещающих направлений, где необходим высокоточный контроль над квантовым состоянием, является обработка квантовой информации. Из теории квантовых вычислений известно, что для успешного выполнения квантовых алгоритмов необходимо, чтобы ошибка, приходящаяся на каждую элементарную логическую операцию (вентиль), была меньше некоторого порогового значения. Для обеспечения этого условия в эксперименте необходимы эффективные методы управления динамикой квантовой системы. К сожалению, разработка таких методов с помощью аналитических подходов крайне сложна для квантовых систем с большим числом состояний. В связи с этим зачастую прибегают к численным методам, позволяющим найти оптимальное управляющее воздействие на систему для получения нужного квантового состояния или, в общем случае, определенной унитарной эволюции системы.

При численном решении задачи управления ее, как правило, сводят к задаче нахождения максимума некоторого функционала, зависящего от параметров внешних управляющих полей, гамильтониана квантовой системы, а также дополнительных ограничительных параметров на эволюцию системы, если таковые имеются. Простейший пример такого функционала – норма Гильберта-Шмидта

$$\Phi = \frac{1}{N} \left| \text{Tr} \left(U_f^\dagger U(H(t), T) \right) \right|, \quad (1)$$

где N – размерность гильбертова пространства, U_f - требуемый оператор эволюции (например, выполняющий нужную квантовую логическую операцию), $U(H(t), T)$ - оператор эволюции системы в течение времени T с гамильтонианом

$$H(t) = H_0 + \sum_k u_k(t) H_k. \quad (2)$$

Здесь H_0 - «внутренний» гамильтониан, включающий все постоянные взаимодействия в системе, а $u_k(t) H_k$ - взаимодействие с k -тым управляющим полем с зависящей от времени амплитудой $u_k(t)$.

В настоящее время для поиска параметров $u_k(t)$, максимизирующих функционал типа (1), разработано несколько численных подходов, наиболее популярными из которых являются алгоритмы Кротова (см., например, [1]), GRAPE [2] и их различные модификации, например, учитывающие специфику конкретных

задач или ускоряющие сходимость. Несмотря на различия в формулировке, оба алгоритма, по сути, являются вариациями обычного метода градиентного спуска. Данные численные методы используются не только для решения конкретных экспериментальных задач, но и нередко применяются в теоретических исследованиях. Так, в работе [3] мы показали полное соответствие между численными данными, полученными модифицированным алгоритмом GRAPE, и аналитическим решением для довольно нетривиальной задачи управления спином $I=1$ в контексте обработки квантовой информации.

Не так давно, в работе [4] был предложен алгоритм, в котором применяется немного отличный от выше перечисленных алгоритмов принцип. Для поиска управляющих полей предлагается с помощью алгоритма Ньютона-Рафсона искать минимум (ноль) функционала вида

$$\tilde{\Phi} = P \log(U_j^\dagger U(H(t), T)), \quad (3)$$

где P – оператор проекции на подходящий базис гильбертова пространства, например, $su(N)$. В этом случае, при проецировании теряется меньше информации о динамике системы, по сравнению с градиентными методами и наблюдается существенно лучшая сходимость. Тем не менее, в литературе не встречаются примеры использования данного алгоритма, кроме оригинальной работы [4].

Все перечисленные алгоритмы являются локальными. В связи с этим остро стоит проблема выбора начальных условий для функций $u_k(t)$, а также вопрос о локальных экстремальных точках рассматриваемых функционалов. Экстремальные точки для функционала (1) определяются из условия равенства нулю его вариации

$$\frac{\partial \Phi}{\partial u(t)} = \frac{\partial \Phi}{\partial U} \frac{\partial U}{\partial u(t)} = 0. \quad (1)$$

Не сложно показать, что экстремумы, обусловленные равенством нулю первого множителя (кинетические критические точки) не приводят к локальным минимумам или максимумам функционала. С другой стороны, исследовать экстремумы, связанные со вторым множителем (динамические критические точки), крайне сложно. Из-за высокой эффективности градиентных алгоритмов, быстро сходящихся к глобальным решениям для простых систем, долгое время считалось, что динамические критические точки также не приводят к «ловушкам» при численных расчетах. В работе [5], путем многократного повторения расчетов со случайными начальными условиями, мы показали существование локальных решений, существенно затрудняющих поиск глобального максимума функционала (1), а также качественно объяснили их природу.

Развитие и оптимизация численных методов для задач управления квантовыми системами обещает значительные успехи во многих направлениях квантовой физики, что в конечном итоге приведет нас к созданию уникальных устройств, в полной мере использующих особенности квантово-механического мира.

Список публикаций:

- [1] I. Maximov, Z. Tošner, N. Nielse, *J. Chem. Phys.*, 128, 184505 (2008).
- [2] N.Khaneja, T.Reiss, C.Kehlet et al., *J. Magn. Reson.*, 172, 296 (2005).
- [3] V.Shauro, *Quant. Inf. Proc.*, 14(7), 2345 (2015)
- [4] P. de Fouquieres, *Phys. Rev. Lett.*, 108, 110504 (2012)
- [5] V.P. Shauro and V.E. Zobov, *Phys. Rev. A* 88, 042320 (2013).

Разработка системы доступа к системе архивирования ускорительного комплекса ВЭПП-2000

Шубина Ольга Сергеевна

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет

Сенченко Александр Игоревич

olgashubina2011@gmail.com

Ускорительный комплекс ВЭПП-2000 был запущен после глубокой модернизации, в рамках которой была проведена реконструкция бустера БЭП для расширения рабочего диапазона энергий до 1 ГэВ, а также введен в строй канал транспортировки частиц (К-500) от Инжекционного Комплекса (ИК) до БЭП.

В течение экспериментальной работы в период с 2009 по 2013 была введена в строй и активно эксплуатировалась Система Журналирования(СЖ). Данная система предназначена для сохранения текущих параметров комплекса для последующего изучения и анализа. Для эффективного взаимодействия (просмотра, поиска, выгрузка) с СЖ, необходимо наличие развитого как программного, так и графического интерфейса.

При этом необходимо, чтобы разработанная система была универсальной и достаточно хорошо масштабировалась на другие установки или способы хранения данных. Также важным является вопрос доступности данных для пользователей из других подразделений.

С 2011 по 2016 количество журналируемых каналов возросло с 1500 до 5000, и в текущее время существует потребность расширения списка каналов (~100 в полгода), что ведет к значительному росту сохраняемых данных.

Для решения данной задачи было решено разработать единый программный интерфейс, основанный на REST парадигме. В качестве протокола транспортного уровня выбран широко распространенный протокол HTTP. Для эффективного оперирования с большими объемами данных были разработаны несколько алгоритмов оптимизации, зависящих от типа оптимизируемых данных. Также был реализован менеджер задач, который позволяет обрабатывать журналируемые данные в автоматическом режиме. Произведены оценки быстродействия. Создан графический интерфейс для удобного просмотра данных в режиме “on-line”.