



АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ

*Материалы Всероссийской научно-практической
конференции (с международным участием)*

*5 декабря 2014 года
г. Нефтекамск*



Том 3

**Секция “Физико-математические
науки”**



Актуальные проблемы науки:

Материалы I Всероссийской (заочной) научно-практической конференции (с международным участием); том 3 (секция «Физико-математические науки») / под общ. ред. А.И. Вострецова. – Нефтекамск: РИО ООО «Наука и образование», 2014. – 116 с.

ISBN 978-5-9906169-0-5

ISBN 978-5-9906169-3-6 (т. 3)

В сборнике представлены материалы первой Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) «Актуальные проблемы науки», где нашли свое отражение доклады студентов вузов и ссузов, магистрантов, аспирантов, докторантов, преподавателей, научных сотрудников по широкому спектру научных интересов: математике и информатике, юриспруденции, филологии, экономике, истории, иностранным языкам, психологии и др.

Материалы сборника представляют интерес для всех интересующихся указанной проблематикой и могут быть использованы при выполнении научных работ и преподавании соответствующих дисциплин.

Статьи напечатаны в авторской редакции.

© ООО «Наука и образование», 2014

ISBN 978-5-9906169-0-5



ISBN 978-5-9906169-3-6



СОДЕРЖАНИЕ

<i>Александрова Е.В.</i> Использование информационно-коммуникационных технологий в преподавании дисциплины «Биология» раздела «Учение о клетке» на отделении «Лабораторная диагностика»	5
<i>Амангелді С.Ө., Ермагамбетова Г.Н.</i> Проектирование и использование корпоративных web-серверов	7
<i>Вицентий А.В.</i> Интеграция информационных ресурсов на основе сервисного подхода	10
<i>Вицентий А.В., Шишаев М.Г.</i> Использование результатов дистанционного зондирования земли в радиологическом мониторинге	12
<i>Воронин С.Ю., Грузина Е.О., Силицын А.В.</i> Оптико-электронный способ определения геометрической плотности ткани	14
<i>Гимбицкий В.А., Ковалев В.Д., Гимбицкая Л.А., Марченко Е.И.</i> Влияние свойств топлива на летно-технические характеристики летательного аппарата	16
<i>Глуценко А.Г., Топоркова Л.В.</i> Некоторые особенности интерференции стоячих волн в гиротропных средах	21
<i>Говорухина Т.Н., Бурмака А.А., Михайлов А.В.</i> Основные принципы функционирования адаптивного модуля экологической безопасности в нефтегазовой отрасли	23
<i>Дорофеева М.С., Брусова В.И.</i> Ипотечное кредитование	27
<i>Дорофеева М.С., Брусова В.И.</i> Применение теории игр в сельском хозяйстве	29
<i>Imanbek B.T., Kozhamberdieva M.I.</i> Development of diagnostic and process control biomass gasification	32
<i>Кайгермазов А.А., Кудиева Ф.Х., Сайег Т.Х.</i> Математические модели динамики популяции с глобальной возрастной структурой	38
<i>Кобылкин С.Б., Брусова В.И.</i> Анализ условий автострахования в городе Ливны	48
<i>Косенко Д.В., Горлицкая С.И.</i> Интерактивная инсталляция по картине Яна Стена «Течение жизни»	51
<i>Лукинов А.А.</i> Исследование планетарных волн Россби в атмосфере	53
<i>Масляев В.С., Паршевникова М.Е., Сидоров А.А.</i> Взаимодействие граждан с государством посредством интернет-сервисов	55
<i>Мельникова Д.А., Яговкин Г.Н., Яговкина Е.Н.</i> Оценка неопределенности при определении уровня профессионального риска	58
<i>Мифтахутдинов Д.И., Ризаев И.С.</i> Оценка вероятностно-временных характеристик при обнаружении объектов	60
<i>Михайлова А.С., Горлицкая С.И.</i> Реализация интерактивной инсталляции картины Иеронима Босха «Сад земных наслаждений»	63
<i>Молева А.П., Чистоедова И.А.</i> Технология формирования МДМ-структур с микрорельефной поверхностью	65
<i>Назаров Д.А., Федоров Д.М., Самборук А.Р.</i> СВС нанопорошков карбида титана и карбида кремния в качестве модификатора литых алюминиевых сплавов	69
<i>Петропавловский В.М.</i> Способ стабилизации мощности излучения лазера	72

Сафаров М.М., Назруллоев А.С., Маниш Имам Бахроми, Тиллоева Т.Р., Давлатов Н.Б., Зарипова М.А. Влияние некоторых наноамфотерных оксидов, AG (99,99%) и фуллерена на изменение физико-химических свойств ракетных топлив (обзор-эксперимент)	76
Сафиуллин Р.А., Сергеев А.Н., Халяпов М.К. Исследование динамики микрочастиц в преобразователях солнечной энергии	84
Седова Н.В. Разработка электронных учебных пособий с помощью программы Artisteer	91
Сейтвелиева С.Н. Интернет-технологии в образовании	93
Сейдаметова С.М., Сейтвелиева С.Н. Современные подходы в ИТ-образовании	95
Скворцов М.М., Антонов А.О., Кирсанов Д.А., Сивиркина А.С. Использование программы Mathcad при расчете теплоемкости металлов при измерении методом охлаждения	97
Солон И.С., Горлицкая С.И. Интерактивная инсталляция по картине художника Ю.М. Непринцева «Отдых после боя»	99
Сухановская А.А., Горлицкая С.И. Интерактивная инсталляция по картине «Фламандские пословицы» Питера Брейгеля	103
Файн М.К., Старинова О.Л. Применение метода Федоренко для баллистической оптимизации перелета космического аппарата с двигателем малой тяги в системе земля-луна	106

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «БИОЛОГИЯ» РАЗДЕЛА «УЧЕНИЕ О КЛЕТКЕ» НА ОТДЕЛЕНИИ «ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА»

Сегодня в обучении особый акцент ставится на собственную деятельность студента по поиску новых знаний. Задача преподавателя – организовать работу студента так, чтобы он захотел взять и усвоить необходимую информацию, подтолкнуть его к получению знаний. Применение информационно-коммуникационных технологий способствует решению данной задачи. В связи с этим для преподавания раздела «Учение о клетке» на отделении «Лабораторная диагностика» было разработано мультимедийное пособие.

Изучение дисциплины «Биология» имеет важное значение в формировании будущего специалиста – медицинского лабораторного техника. Она закладывает основы знаний о сущности биологических процессов, происходящих в организме: строении и функции органоидов клетки, генов и хромосом и т.д.

Этот материал – «Учение о клетке» – будет использоваться при освоении профессиональных модулей «Проведение лабораторных биохимических исследований», «Проведение лабораторных гематологических исследований» и др.

В помощь студентам при изучении данного раздела нами было составлено мультимедийное пособие по разделу «Учение о клетке». Пособие разрабатывалось на основе учебных материалов авторов: Чебышев Н.В., Гринева Г.Г., Гузикова Г.С. и др. (2010), Чебышев Н.В., Кузнецов С.В., Зайчикова С.Г. (2014), Никитин А.Ф. (2014).

Вышеназванное пособие содержит теоретический материал по темам: Биология клетки; Химическая организация клетки; Обмен веществ и преобразование энергии в клетке; Строение и функции органоидов клетки; Деление клетки. Представлены сведения об: уровнях организации и формах существования живой материи; клеточной теории строения организмов; методах исследования клетки; особенностях строения растительной клетки и др.

К каждой теме прилагается **наглядный материал**, позволяющий лучше понять, выделить основные вопросы темы: схемы, графики, иллюстрации, классификационные, сравнительные таблицы, видеоролики; **контролирующий материал**: тесты для самоконтроля, логические диктанты; **задания для самоподготовки**: кроссворды, ребусы, составленные самими студентами. К итоговому занятию раздела разработан по всем темам итоговый тест.

Разработанное пособие было апробировано при изучении данного раздела студентами 1 курса отделения «Лабораторная диагностика». Результаты апробации показали целесообразность использования мультимедийного пособия при подготовке к занятиям.

При сравнении показателей успеваемости студентов прошлого года при изучении данной темы с нынешними студентами, использовавшими при

подготовке к занятиям мультимедийное пособие, оказалось, что успеваемость значительно выросла: средний балл 2013-2014 уч. года составил – 3,0 балла, 2014-2015 уч. года – 3,8 балла.

Студенты использовали мультимедийное пособие в качестве как средства обучения, так и средства контроля полученных знаний.

Анкетирование студентов 1 курса отделения «Лабораторная диагностика» о преимуществах применения мультимедийного пособия показало, что 92% повышают интерес к изучаемой теме, 88% – лучше понимают материал, 95% – лучше запоминают основные вопросы по изучаемому разделу.

Использование мультимедийного пособия на занятиях не только повышает степень наглядности, но и конкретизирует понятия, явления, события, организует и направляет восприятия, дает возможность более глубокого проникновения в сущность изучаемых явлений, создает эмоциональное отношение учащихся к учебной информации.

Применение вышеуказанного пособия позволяет получить глубокое усвоение учебного материала по заданной тематике и высокие результаты за минимальное время обучения.

Данное мультимедийное пособие можно использовать не только как *средство подготовки* к занятиям, проверки и закрепления знаний у студентов, но и как *средство обучения*. Например, при демонстрации биологических процессов, к примеру, процесса биосинтеза белка, можно остановить слайд и попросить студента прокомментировать процесс; при изучении текстового материала: заполнить таблицу, составить краткий конспект, найти ответ на вопрос; контроль знаний: тесты с самопроверкой и др.

В заключение можно сказать, что одним из достоинств применения ИКТ в обучении является повышение качества обучения за счет интереса к работе с мультимедийным пособием. Теоретические и практические занятия с применением ИКТ не заменяют преподавателя, а, наоборот, делают общение со студентом более содержательным, индивидуальным и деятельным.

Продолжением научно-исследовательской работы над этой темой будет являться не только создание и совершенствование информационно-коммуникационных технологий по каждому разделу дисциплины, но и поиск все более новых инновационных технологий в преподавании дисциплины «Биология».

Литература и примечания:

[1] Никитин А.Ф. Биология клетки / Под. ред. А.Ф. Никитина. Учебное пособие для вузов. Изд. СпецЛит, 2014. – 168 с.

[2] Ходанович А.И. Инновационные аспекты современных образовательных технологий // Инновации. – 2003. – № 2-3.

[3] Чебышев Н.В., Гринева Г.Г., Гузикова Г.С. и др. Биология / Под ред. академика Н.В. Чебышева. Учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 416 с.

[4] Чебышев Н.В., Кузнецов С.В., Зайчикова С.Г. и др. Биология. Пособие для поступающих в вузы в 2-х томах. Том 1. Биология клетки, генетика и онтогенез, зоология / Под ред. Н.В. Чебышева. – Изд-во «Новая волна», 2014. – 512 с.

© Е.В. Александрова, 2014

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРПОРАТИВНЫХ WEB-СЕРВЕРОВ

Развитие компании способствует постепенному стремлению создавать собственные корпоративные сети. Однако многие компании берутся за процесс разработки интрасетей, не понимая того, что для их создания необходимы значительные инвестиции.

Для внедрения интрасети требуется наличие шести основных элементов:

- высокоскоростного маршрутизатора или коммутируемых магистральных каналов, обеспечивающих адекватную пропускную способность;
- надежных устройств удаленного доступа, позволяющих подключать к сети удаленных пользователей;
- надежной сетевой защиты, обеспечивающей сохранность конфиденциальной информации;
- сложных систем управления сетью, с помощью которых осуществляется контроль за работой сети;
- квалифицированного персонала, способного заниматься планированием, разработкой, внедрением и управлением сетью;
- документированных процедур для руководства обслуживающим персоналом.

При создании корпоративной сети в компании также необходимо исследовать уровни сетевого трафика и определить, обладает ли сеть достаточной пропускной способностью, чтобы принять на себя дополнительную нагрузку, связанную с внедрением корпоративной интрасети. Затем, используя специальные средства тестирования, следует оценить величину дополнительного трафика и определить требования к увеличению пропускной способности. После внедрения интрасети необходимо выполнить анализ ее производительности.

Перед началом создания корпоративной сети нужно оценить производственную и технологическую среду компании. Много компаний соглашались на простые решения для Intranet (установить сервер Web, установить пользователям браузеры и авторский инструментарий для подготовки информационного наполнения Web и получить Intranet), однако такого рода решения не учитывают конкретные потребности конкретной организации, особенно когда речь идет о долгосрочных перспективах, поэтому в итоге могут обернуться простоями, низкой отдачей, а с ростом организации или Intranet – и низким качеством обслуживания пользователей.

Чтобы найти оптимальное решение для Intranet, необходимо рассмотреть внутреннюю сеть с точки зрения применения ее в деятельности организации, т.е. сравнить текущие и потенциальные функции и услуги Intranet с задачами и планами организации в целом. Главная цель – выявить те направления деятельности, которые выиграют от применения технологии Intranet (поставка изделий, обслуживание клиентуры, связь между сотрудниками и т.д.) [1].

Определив производственные выгоды, следует подумать, как применить

технологии в каждой конкретной области деятельности, чтобы эти выгоды стали реальными. Вот где важна оценка технологии Intranet. Учет и анализ аппаратных и программных средств, применяемых в инфраструктуре системы, поможет определить, насколько они подходят для приложений Intranet. Оценка технологии должна проводиться с позиций требований к Intranet в отношении, например, масштабируемости, производительности, назначения, безопасности и управления; результаты такого анализа могли бы быть использованы при планировании архитектуры и технологии, реализация которых позволила бы получить намеченные выгоды.

Возможно, первое, что следует проанализировать, так это такую составляющую инфраструктуры организации, как сеть. Нужно определить топологию существующей сети организации, а именно: какие технологии применяются на магистральной, в локальных и территориальных сетях, установить применяемые в этих сетях протоколы и приходящуюся на каждый из них долю активности сети. Следует замерить загрузку сети на нормальном и пиковом уровнях, с тем, чтобы установить распределение нагрузки и узкие места сети, а также другие проблемы со связью, которые могут возникнуть из-за дополнительного трафика вследствие активности пользователей Intranet.

Занимаясь оценкой технологии, важно также учитывать, планируется ли подключение Intranet к Internet. Для того чтобы сетевой узел мог работать в Internet, он должен иметь уникальный IP-адрес. Такие адреса выдаются Центром сетевой информации Internet (InterNIC). Если компания уже использует протокол TCP/IP в своей внутренней сети, но не подключена к Internet, то может оказаться, что ее узлам были присвоены IP-адреса, на которые не получено разрешение InterNIC. Тогда в случае подключения организации к Internet такие IP-адреса могут вступить в конфликт с теми, что уже были выданы центром InterNIC другим компаниям. В такой ситуации вы должны либо присвоить узлам зарегистрированные адреса, либо скрыть их с помощью брандмауэра и виртуальной частной сети.

Если компания до сих пор этого не сделала, нужно запросить (даже не имея намерений подключиться в ближайшем будущем к Internet) у InterNIC (точнее, у потенциального провайдера услуг Internet) подходящий блок адресов, а также имя собственного домена. Имена доменов – товар дефицитный; компании быстро расхватывают желанные имена и адреса.

В ходе оценки технологии надлежит определить, насколько надежна защита сети и как ее можно укрепить в связи с введением Intranet. Обычно сеть Intranet подсоединяется к Internet через брандмауэр, защищающий Intranet от нападений со стороны Internet. Брандмауэр представляет собой интегрированную систему сетевой безопасности, благодаря которой одну сеть можно легко подключить ко многим, причем первая останется закрытой и недоступной извне.

Далее следует обратить внимание на эксплуатируемые организацией системы. Необходимо сделать анализ вычислительных технологий настольных систем, рабочих станций и серверов, обращая особое внимание на их способность работать с IP-трафиком. После анализа их операционных систем, типов аппаратного обеспечения и функций сервера (например, электронная почта, печать, файлы, приложения и т.д.) можно будет составить более четкое представление относительно того, насколько они впишутся в IP-среду сети Intranet. Затем потребуются также принять решение относительно систем и процедур управления модернизацией, распространением и лицензиями на ПО [2].

Для создания корпоративной информационной системы, Intranet сети необходимо базовое аппаратное обеспечение – компьютер, Web-сервер, маршрутизаторы, клиентские рабочие станции, модемы. В качестве Web-сервера можно выбрать распространенную модель серверов для средних КИС – DEPO Storm 3350G4 на базе чипсета IntelC602, поддерживающего работу с многоядерными процессорами IntelXeon E5-2600 V2, оперативной памятью до 384 Гб DDR3-1333/1600 ECC, также опциональным RAID-контроллером до 24 жестких дисков 3.5" SAS/SATA с функцией «горячей» замены, RAID 0, 1, 10, 5, 6, 50, 60 при использовании конфигурации на корпусах с одним и двумя экспандерами. Доступные уровни RAID определяются выбранным в конфигураторе интегрированным и/или дополнительным RAID-контроллером (или HBA).

Далее необходимо установить на Web-сервер DEPO Storm 3350G4 сетевую операционную систему, программы firewall, диагностические и сетевые утилиты. В качестве сетевой операционной системы можно установить распространенные Microsoft Windows Server 2008/2012 или Unix-систему, например, Linux [3].

После настройки операционной системы под нужды компании, приведения ее в нормальное рабочее состояние необходимо загрузить серверные приложения для Web-сервера, например, Apache HTTP Server 2.5. После установки Apache HTTP Server 2.5 необходимо установить систему базы данных, например, реляционную систему управления базами данных MySQL 5.1, после установки системы баз данных необходимо на Web-сервер добавить веб-интерфейс для администрирования СУБД MySQL – PHPMyAdmin. PHPMyAdmin позволяет через браузер осуществлять администрирование сервера MySQL, запускать команды SQL и просматривать содержимое таблиц и баз данных. В настройках брандмауэра firewall COMODO 3.7 необходимо разрешить номер порта 80. А в конфигурационном файле httpd.conf Apache необходимо прописать – listen 80:stat IP address (10.65.211.175). После этого на Web-сервере в браузере можно ввести в адресную строку http:\\ IP address (10.65.211.175), должны открыться конфигурационные данные Apache. Далее необходимо зарегистрировать DNS address в Центре сетевой информации Internet (InterNIC). После удачных организационных моментов, технических и программных настроек администратору можно проверить работоспособность Web-сервера с любой рабочей станции или консоли отдела компании.

Важным фактором при создании корпоративной сети является настройка и администрирование Web-сервера, на этом этапе необходимо разграничить права доступа между отделами, рабочими станциями, добавить в общую структуру корпоративной сети периферийное оборудование с сетевыми правами доступа – сканеры, принтеры, проекторы или другое.

Наконец, нужно определить, какими Web-активами компания располагает (включая наличные серверы и браузеры Web), на предмет емкости и возможности связи со всеми корпоративными узлами, IP-возможностей и производительности при каждодневной эксплуатации.

Результаты анализа инфраструктуры должны содержать полную опись серверных систем, рабочих станций и настольных компьютеров; необходимые интерфейсы, которые должны иметь эти машины, и план интеграции их в новую корпоративную сеть Intranet с выделенным Web-сервером.

Литература и примечания:

- [1] Самардак А.С. Дальневосточный государственный университет. 3-е изд. Владивосток, 2012. С. 153.
- [2] Самардак А.С. Дальневосточный государственный университет. 3-е изд. Владивосток, 2012. С. 210.
- [3] Попов И.И., Партька Т.Л. Сетевые операционные системы, среды и оболочки. ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011. С. 113.

© С.Ө. Амангелді, Г.Н. Ермагамбетова, 2014

А.В. Вицентий,
ИИММТП Кольского НЦ РАН,
Кольский филиал ПетрГУ,
г. Апатиты

ИНТЕГРАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ СЕРВИСНОГО ПОДХОДА

Обеспечение механизмов интеграции распределенных разнородных информационных ресурсов является одной из наиболее важных задач, решение которых должно обеспечиваться современными крупными информационно-аналитическими системами. Перспективным решением этой проблемы является виртуальная интеграция данных и сервисов.

Чаще всего проблема интеграции информационных ресурсов (данных и сервисов их обработки) состоит в том, что существует несколько гетерогенных источников данных, которые связаны между собой некоторым образом, и для этих ресурсов необходимо предоставить возможность унифицированного доступа и их обработки, так, как если бы они имели единое логическое и физическое представление. Для решения этой проблемы методы и механизмы прямой физической интеграции данных не подходят. Альтернативой в данном случае является технология виртуальной интеграции распределенных разнородных информационных ресурсов и сервисов в рамках функционирования комплексной информационно-аналитической среды (Единого Информационного Пространства) [1].

Виртуальная интеграция характеризуется тем, что данные не собираются в локальной базе данных, а вместо этого промежуточное программное обеспечение транслирует пользовательские запросы в подзапросы к источникам данных и сервисам их обработки, и на основе ответов отдельных информационных ресурсов формирует окончательный результат. Такой подход существенно повышает эффективность обработки информации в рамках разнообразных распределенных систем [2].

Рассматривая информационную систему как совокупность взаимодействующих компонентов, можно распределить их по следующим уровням: 1) аппаратный уровень; 2) системный и системно-зависимый уровни; 3) уровень прикладной среды; 4) уровень приложения предметной области.

Под проектированием архитектуры взаимодействия компонентов ИС понимается, прежде всего, выделение базовых компонентов, разработка их интерфейсов, а также определение правил и принципов взаимодействия этих

компонентов. Каждый из таких компонентов представляет собой программный модуль, исполняемый в рамках отдельного процесса. При проектировании архитектуры взаимодействия распределенных компонентов понятие клиента, взаимодействующего с сервером приложений, трактуется широко. Он может поддерживать интерфейс с конечным пользователем, а может выполнять прикладные функции и сам являться сервером приложения. В общем случае клиент (сервер) может как предоставлять, так и запрашивать некоторые сервисы. Это позволяет на этапе проектирования ИС осуществить декомпозицию функций по компонентам ИС, которая была бы оптимальной в контексте решаемой задачи.

Одним из активно развивающихся сегодня направлений интеграции является семантическая интеграция. К этой группе технологий можно отнести такие технологии, как Z39.50, XML, RDF, SOAP и другие.

В основе Z39.50 лежит идея построения абстрактной модели работы с абстрактной базой данных. Каждый элемент этой абстрактной модели подробно описывается до однозначного толкования и стандартизуется с присвоением уникального идентификатора.

Язык XML предоставляет удобный и универсальный подход к хранению и передаче информации. Обмен информацией в формате XML – это механизм, позволяющий свести к минимуму проблемы внутрифирменных форматов данных.

SOAP – это протокол, предназначенный для обмена структурированной информацией в децентрализованной, распределенной среде. Он использует XML-технологии для создания масштабируемых структур обмена сообщениями, предоставляя конструирование сообщений, которыми можно обмениваться при помощи множества различных протоколов.

Идея RDF заключается в том, что при крайнем разнообразии семантики описываемых ресурсов невозможно создать единое семантическое пространство, которое удовлетворяло бы все потребности в описании семантики ресурсов. В то же время каждый ресурс, а точнее, группа связанных ресурсов, как правило, имеет ограниченную семантику. Описывать семантику ресурса и затем выполнять поиск тем проще, чем уже и специфичнее его предметная область. При явной невозможности объединить в рамках одной семантики все значимые понятия, встречающиеся в информационных ресурсах, остается искать пути работы с неоднородными и независимыми семантическими описаниями ресурсов. Для описания предметной области ресурсов и сервисов может быть использован стандарт RDF.

Таким образом, виртуальная интеграция распределенных информационных ресурсов и сервисов должна основываться на технологии семантической интеграции и сервис-ориентированной архитектуре, что дает большие возможности для комбинации семантических технологий с технологиями взаимодействия распределенных компонентов информационных систем.

Литература и примечания:

[1] Вицентий А.В. Разработка модели единого информационного пространства для оценки надежности его функционирования. Труды Кольского научного центра РАН. Информационные технологии. – Вып. 2. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. – 4/2011(7). – С. 65-70.

[2] Федотов В.Б. Технологии интеграции данных, применяемые в

**А.В. Вицентий,
М.Г. Шишаев,**
*ИИММТП Кольского НЦ РАН,
Кольский филиал ПетрГУ,
г. Анапты*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В РАДИОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ

Работа специалиста радиологического мониторинга заключается не только в выполнении стандартных операций по сбору и первичному анализу данных о радиационной обстановке, но также и в проведении более глубокого анализа данных с использованием дополнительных средств и выявлении причин отклонения показателей радиоактивности от их обычных значений. Одним из видов таких дополнительных средств анализа могут быть информационные системы (ИС), включающие в себя инструменты получения, обработки и выдачи информации в требуемом специалисту виде.

В данной работе рассматривается структура разработанной ИС поддержки радиологических измерений, дополненная блоком визуального анализа, на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса.

В качестве примера для применения системы была выбрана Мурманская область Российской Федерации. На сегодняшний день Мурманская область является одним из самых потенциально опасных регионов Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) с точки зрения ядерной и радиационной безопасности. Здесь находятся Кольская АЭС, атомные ледоколы, военные подводные и надводные корабли с ядерными энергетическими установками, объекты временного хранения отработавшего ядерного топлива, большой пункт временного хранения реакторных отсеков, предприятия по обслуживанию и ремонту атомных судов.

Радиационную обстановку вокруг этих объектов контролируют разные ведомства. Например, за фоном вокруг Кольской АЭС наблюдают как специалисты самой станции, так и Межрегиональное управление № 118 Федерального медико-биологического агентства России [1].

Создание систем непрерывного мониторинга радиационной обстановки и доступность данных – это требование времени, и не последнюю роль в эффективности функционирования таких систем играет применение современных информационных технологий и использование новых источников данных, в том числе и данных, полученных с помощью дистанционного зондирования Земли из космоса.

Для эффективного использования в практической деятельности разрабатываемые средства визуального анализа космических снимков (КС) должны быть ориентированы на специалиста в конкретной предметной области. В данной работе в качестве предметной области выбран мониторинг

радиологической обстановки по пяти видам измерений: почва, вода, аэрозоли, осадки и пища. Данные измерений заносятся и хранятся в соответствующих базах данных и визуализируются средствами разработанного веб-приложения.

Для визуального анализа результатов радиологического мониторинга специалист через веб-интерфейс получает возможность выбрать на интерактивной карте необходимые точки, в которых происходили измерения, и обозначить тот период времени, данные за который его интересуют. Эта информация визуализируется в виде графиков, отображающих значения измерений за выбранный период. Анализируя экстремумы графиков, специалист определяет координаты области на карте, космические снимки которой он хотел бы проанализировать дополнительно, а также примерные даты получения снимков и прочие характеристики.

Первичная навигация для выбора необходимых точек забора проб происходит с использованием технологии OpenStreetMap. В качестве основного источника данных ДЗЗ выбран архив снимков космического аппарата Landsat [2], однако архитектура приложения предполагает возможность подключения и других источников КС исследуемых территорий.

На основе визуального анализа полученных данных ДЗЗ, специалист радиологического контроля может сделать предположение о причинах появления экстремума и спрогнозировать дальнейшие изменения показателя.

Важным отличием разрабатываемого средства визуального анализа от подобных систем является то, что в его структуру заложены функции, направленные на учет особенностей восприятия визуальной информации различными группами пользователей. Предпосылки включения в продукт таких функций связаны с современным пониманием того, что процесс визуального поиска природных объектов и объектов антропогенного происхождения в базах данных и каталогах космических изображений не может игнорировать законы зрительного восприятия. Это значит, что при оценке визуального сходства/несходства объектов должны использоваться принципы функционирования зрительной системы. Таким образом, для повышения эффективности работы пользователя необходимо осуществлять дополнительную предварительную подготовку визуальной информации с учетом перцептивных стереотипов и образного или гештальт-восприятия. Для этих целей предлагается использовать специализированную онтологию пользовательского представления, описывающую визуальные картографические стереотипы для различных категорий пользователей, совместно с формализованными знаниями о предметной области, также выраженными посредством онтологии [3].

Литература и примечания:

[1] Межрегиональное управление № 118 Федерального медико-биологического агентства России. – Режим доступа: <http://www.ru118.ru>.

[2] Landsat Science. – Режим доступа: <http://landsat.gsfc.nasa.gov/>

[3] Шишаев М.Г. Проблема формирования эффективных картографических интерфейсов информационных систем для задач управления территориями. Труды Кольского научного центра РАН. Информационные технологии. – 2013. – Вып. 4. – С. 69-76.

ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ ТКАНИ

Многие параметры выработки ткани на ткацком станке непостоянны и изменяются по мере срабатывания ткацкого навоя. Колебания плотности ткани по утку в процессе ткачества влияют на поверхностную плотность ткани и, следовательно, на расход сырья. Поэтому необходимо уделять постоянное внимание поддержанию заданной плотности ткани по утку, так как в противном случае неизбежен выпуск разреженной ткани пониженной сортности или переуплотненной, с завышенным расходом сырья.

В ткацком производстве применяют два метода расчета поверхностной плотности ткани и расхода пряжи для выработки ткани. Первый метод основан на расчете по данным заправочных, технических и технологических неизменных параметров. Второй – опытно-экспериментальный, предполагает выполнение 20 наблюдений параметра плотности ткани, среднее значение которого далее закладывается в расчет.

Определение плотности ткани – это трудоемкий процесс. Число нитей в единице длины ткани определяется на 10 или 50 мм вручную с помощью ткацкой лупы и иглы, а точность метода определяется параметрами образца ткани, объемом экспериментальных данных и не соответствует реальному значению, т.к. полученное значение плотности ткани пересчитывается на 100 мм, и, соответственно, ошибка метода значительна.

Нами разработан более совершенный метод определения геометрической и поверхностной плотности ткани с помощью оптико-электронного устройства в виде USB-микроскопа с высоким оптическим разрешением и компьютера с соответствующим программным обеспечением.

Этот метод является визуальным, но исключает ошибку, присутствующую при зрительном подсчете числа нитей с помощью ткацкой лупы, а определение плотности осуществляется на компьютере, что ускоряет процесс определения плотности и повышает его точность за счет большего числа измерений. Кроме этого, программным способом возможно определение таких параметров строения ткани, как диаметр нитей основы и утка, неравномерность расположения нитей в образце ткани, заполнения ткани волокнистым материалом и других параметров строения ткани.

На рис. 1 показан аппаратно-программный комплекс, состоящий из USB-микроскопа, вычислительного устройства и соответствующего программного обеспечения. На микроскопе имеется регулятор оптического разрешения, который устанавливает величину увеличения изображения и настраивает его резкость; оптический элемент-матрица с LED-подсветкой; кнопки авто-зуммирования и фотографирования. С помощью USB-кабеля микроскоп подключается к компьютеру.



Рисунок 1 – Аппаратно-программный комплекс определения геометрической плотности ткани

Сущность предлагаемого метода определения плотности ткани заключается в следующем. С помощью USB-микроскопа непосредственно на ткацком станке или в лаборатории делается снимок образца ткани (рис. 2) в формате bmp. Далее программным способом производится обработка полученного изображения путем его преобразования в однобитное раздельное штриховое изображение нитей основы и утка. При этом белые полосы на преобразованном изображении соответствуют нитям основы или утка, а ширина полос, соответственно, их диаметру в данном образце ткани (рис. 2). Черные полосы представляют пространство между нитями основы или утка.

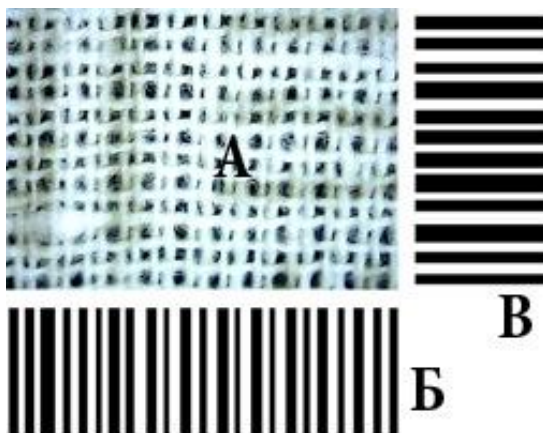


Рисунок 2 – Изображение образца ткани (А) и преобразованных изображений нитей основы (Б) и утка (В) в ткани

На следующем этапе компьютерной обработки графического изображения образца ткани в виде штриховых полос подсчитывается число нитей в образце, как по основе, так и по утку, а также определяются другие параметры строения ткани.

На рис. 3 показан интерфейс компьютерного приложения с загруженным изображением образца ткани и результатами его компьютерной обработки. Плотность ткани по основе и утку определяется на длине участка, равном 10 мм. Найденное значение плотности ткани пересчитывается на 100 мм длины ткани в соответствии с требованиями стандарта.

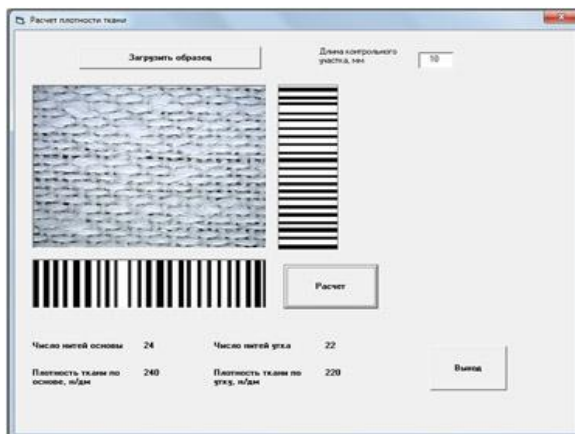


Рисунок 3 – Результаты расчета геометрической плотности ткани

Данный метод прошел апробацию при проведении лабораторных работ магистрантами кафедры ТПТИ для определения геометрической плотности однослойных тканей с различными видами переплетений, плотности ткани, ее сырьевого состава и показал высокую точность расчетов.

© С.Ю. Воронин, Е.О. Грузина, А.В. Сеницын, 2014

**В.А. Гимбицкий,
В.Д. Ковалев,
Л.А. Гимбицкая,
Е.И. Марченко
СКФУ,
г. Ставрополь**

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ТОПЛИВА НА ЛЕТНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Согласно названию, в статье описывается проблема влияния свойств топлива на летно-технические характеристики. Большое внимание уделяется

зависимости плотности топлива от его температуры при заправке. Представлена структурная схема топливозаправщика с охладителем, рассматривается его работа. Выявлена и обоснована необходимость использования охлаждения топлива в топливозаправщике для увеличения дальности полетов.

Свойства топлива в той или иной мере оказывают влияние на основные летно-технические характеристики летательного аппарата (ЛА). Они существенно влияют на его максимальную дальность и продолжительность полета и на грузоподъемность через бортовой запас топлива (массу топлива на борту), его удельный расход, полетную массу ЛА, а также в связи с потерями топлива от испарения. Большей частью воздействие свойств топлива на летно-технические характеристики ЛА имеет характер ограничений, но в отдельных случаях может обеспечить их улучшение. Перечисленные выше факторы, непосредственно влияющие на летно-технические характеристики ЛА, зависят от небольшого числа свойств топлива: плотности, теплоты сгорания, испаряемости (давления насыщенного пара или отражающих его показателей – температуры вспышки, начала или 10% перегонки). В меньшей степени сказывается влияние растворимости воздуха, теплоемкости топлива и продуктов его сгорания, а в исключительных случаях и нагароотложения. Рассмотрим влияние плотности как одного из главных факторов, определяющих дальность и продолжительность полета ЛА.

Плотность реактивных топлив, определяемую массой вещества в единице объёма [4, с. 35]: $\rho = m/V$, кг/м³, в стандартах и паспортах указывают при температуре 20°C. Практическое значение, как правило, имеет плотность топлива при той температуре, которую оно имеет при заправке ЛА, а в некоторых случаях при высокой температуре, достигаемой в сверхзвуковом полёте. С изменением температуры на величину Δt изменение плотности топлива $\Delta\rho = -\gamma\Delta t$, где температурная поправка γ для плотности при изменении температуры на 1°C для топлив равна $\gamma = 0,7 - 0,9$. Для точных расчётов значение поправки γ берётся из стандартных таблиц. При понижении температуры на каждые 10°C плотность топлив увеличивается приблизительно на 1%. При выполнении расчётов и для настройки топливной аппаратуры рекомендуется использовать следующие наиболее вероятные значения плотности при 20°C: для топлива ТС-1 – 780 кг/м³, РТ – 778 кг/м³, Т-8В – 804 кг/м³, Т-6 – 841 кг/м³, а для резервного топлива Т-2 – 766 кг/м³. С понижением температуры топлива его плотность увеличивается. Так, например, топливо Т-1 имеет плотность 838 кг/м³ при –20°C и 780 кг/м³ – при +20°C [3, с. 83], т.е. плотность увеличивается на 1,3% при понижении температуры на 10°C. В данном случае при понижении температуры на 58°C плотность топлива увеличилась на 7,5%. Из сказанного следует, что для повышения дальности или продолжительности полёта ЛА желательно, чтобы топливо перед полётом имело, возможно, более низкую температуру. В связи с этим летом целесообразно хранить топливо в заглублённых ёмкостях и не допускать его нагрева на солнце в цистернах топливозаправщиков и баках ЛА. Зимой же лучше хранить топливо в наземных ёмкостях и как можно дольше перед заправкой выдерживать в цистернах спецавтомобилей. Но не всегда это возможно. А так как в нашей огромной стране наблюдается большой перепад температур зимой и летом, то в летний период топливо необходимо охлаждать для повышения его плотности, а следовательно – увеличения дальности или продолжительности полёта ЛА. В Якутии, например, температура опускается

зимой ниже -50°C , а летом поднимается до $+40^{\circ}\text{C}$, т.е. разность температур составляет 90°C , плотность изменяется на 11,6%. Поверхностный слой Земли сильно охладить топливо не сможет. Поэтому авторы предлагают устанавливать на топливозаправщик холодильную установку и осуществлять охлаждение топлива перед его заправкой в ЛА, что увеличит плотность топлива, а тем самым – дальность или продолжительность полёта ЛА.

Дальность L и продолжительность T полёта ЛА определяются формулами: $L = m/C_k$; $T = m/C_q$, где C_k – километровый расход топлива (расход топлива на 1 км полёта ЛА); C_q – часовой расход топлива (расход топлива на 1 час полёта ЛА).

Для каждого типа самолёта километровый и часовой расходы топлива имеют своё определённое значение. Из формул видно, что при постоянных значениях C_k и C_q (они изменяются незначительно при изменении свойств атмосферы) дальность и продолжительность полёта зависят от массы топлива m .

Если, к примеру, плотность топлива изменилась на 11,6%, как отмечено выше, то и масса топлива изменится на эту же величину, т.к. объём топливных баков остаётся постоянным. Тогда дальность L и продолжительность T также изменятся на эту же величину. Например, расстояние от Москвы до Хабаровска составляет 6140 км, а самолёту необходимо лететь далее до Южно-Сахалинска, т.е. ЛА в Хабаровске необходимо дозаправляться или же дозаправку надо произвести в другом аэропорту. Если же заправка в Москве летом будет произведена топливом с температурой примерно -50°C , то масса топлива в баках ЛА увеличится примерно на 10%, что увеличит дальность полёта ЛА также на 10%, т.е. приблизительно на 614 км. В этом случае можно без дозаправки (и дополнительной посадки) в Хабаровске долететь до Южно-Сахалинска, не затрачивая средства на обслуживание в Хабаровске. Выше приведено приблизительное увеличение плотности топлива при снижении его температуры при заправке. В конкретных случаях надо учитывать и энергоёмкость применяемого на данном ЛА топлива, увеличение полётной массы ЛА за счёт роста массы топлива, относительную ёмкость баков и другие факторы. Однако в среднем можно считать, что при понижении температуры топлива на каждые 10°C его плотность увеличивается приблизительно на 1%.

На чертеже на рис. 1 представлена структурная схема топливозаправщика с охладителем [1]. Топливозаправщик содержит тягач 1 с цистерной 2 (ЦТ) для топлива, всасывающую магистраль 3, топливный насос 4 (ТН) и заправочную магистраль 5 с топливным наконечником для присоединения к бортовому штуцеру 6 (ШБ) ЛА. Привод насоса 4 содержит гидромотор 7 (ГМ) и гидронасос 8 (ГН), соединённые с гидробаком 9 (ГБ) для рабочей жидкости гидравлическими линиями 10 (слив) и 11 (всасывание). Гидронасос 8 связан, при помощи механической передачи, с коробкой отбора мощности 12 (КОМ), установленной на тягаче. Пульт управления 13 (ПУ), подключённый к автомобильной аккумуляторной батарее 14 (АБ), служит для включения коробки 12. Для удобства обслуживания все пульта объединены в общую панель управления. Регулятор скорости 15 (РС) соединён с гидронасосом 8 линией 16, с магистральным клапаном 17 (КМ) – линией 18. Клапан 17 соединён с гидромотором 7 линией 19. Регулятор 15 снабжён электрогидравлическими клапанами 20 и 21. Клапан 20 служит для обеспечения холостого хода гидронасоса 8 и снижения скорости гидромотора. Клапан 21 предназначен для увеличения скорости гидромотора 7. Дополнительный электрогидравлический

клапан 22 управляет магистральным клапаном 17. Участки 23-28 гидравлических линий соединяют клапаны 20-22 с гидронасосом 8, регулятором 15 и клапаном.

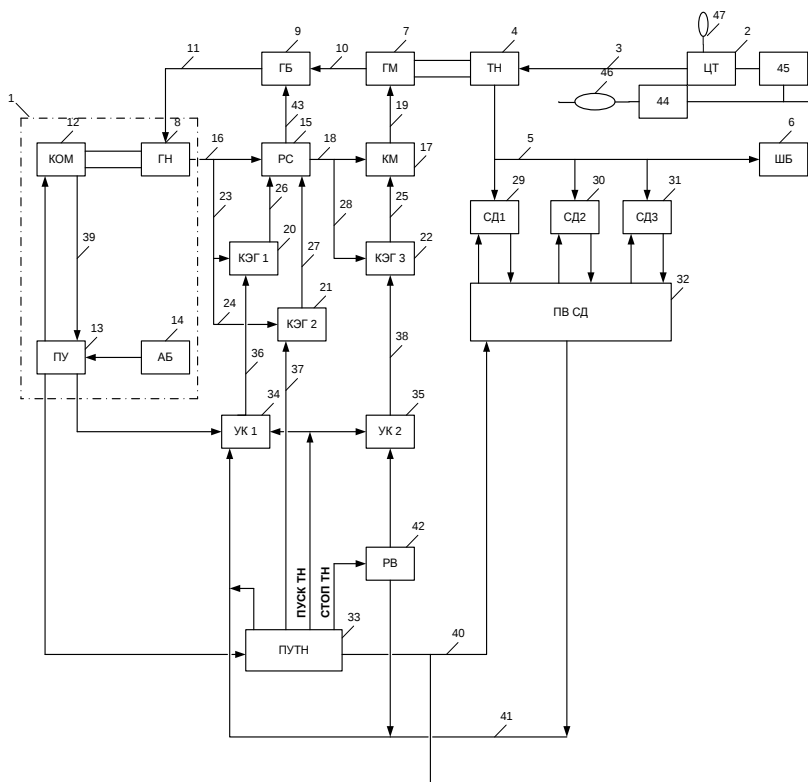


Рисунок 1 – Структурная схема топливозаправщика с охладителем

К заправочной магистрали 5 присоединены сигнализаторы давления 29-31 (СД-1, СД-2, СД-3), причём их установки настроены на различные предельно допустимые давления заправки для разных типов ЛА, например, на 0,25 МПа, на 0,35 МПа, на 0,45 МПа (2,5 атм., 3,5 атм., 4,5 атм. соответственно). Панель управления содержит пульт 32 выбора сигнализатора давления (ПВСД) и пульт 33 управления топливным насосом (ПГУТН). Пульт 33 оборудован коммутирующими устройствами 34 (УК-1) и 35 (УК-2), кнопками «ПУСК ТН», «СТОП ТН» и соединён с приводами клапанов 20-22 электрическими линиями 36-38 соответственно. Кабель 39 необходим для контроля включения КОМ. Кабель 40 обеспечивает питание панели управления и охлаждения. Кабель 41 нужен для связи между сигнализаторами 29-31 и пультом 33. Реле времени 42 предназначено для задержки сигнала остановки гидромотора. Дополнительная гидравлическая линия 43 соединяет регулятор скорости 15 с гидробаками. Цистерна 2 (ЦТ) снабжена охладителем любого принципа действия. В [2] приводится использование сжиженного газа, который из криогенных резервуаров

(баллонов) подаётся в теплообменник, где происходит фазовый переход, т.е. превращение жидкости в газ с поглощением скрытой теплоты парообразования. При этом температура окружающей среды резко уменьшается, например, при использовании жидкого азота эта температура снижается до -196°C . В качестве примера возьмём этот принцип, хотя может быть использован и любой другой. Баллоны 46 со сжиженным азотом или другим газом связаны с теплообменником 44. Теплообменник может выполняться любой формы и из любого материала, но лучше, чтобы материал обладал хорошей теплопроводностью, например, металлические трубы укладываются внутри топливной цистерны. 2. Перемешиватель 45 служит для перемешивания топлива внутри топливной цистерны. Термометр 47 обеспечивает слежение за температурой топлива или в ручном режиме, или в автоматическом. В ручном режиме оператор следит за температурой визуально, включая и выключая подачу сжиженного газа в теплообменник. В автоматическом режиме оператор задаёт требуемую температуру, а далее автоматическое устройство обеспечивает достижение и поддержание этой температуры. В совокупности все устройства, связанные с охлаждением топлива, образуют охладитель топлива.

Топливозаправщик с охладителем работает следующим образом. Предварительно топливная цистерна заполняется топливом на складе горючесмазочных материалов. Температура топлива примерно равна температуре окружающего воздуха (летом в солнечную погоду может быть выше, а зимой – ниже). Время заправки ЛА топливом из данного топливозаправщика обычно известно. Известно и время охлаждения объёма топлива в топливной цистерне до требуемой температуры (определено на предварительных испытаниях). Когда время дозаправки ЛА сравняется (с небольшим запасом) со временем охлаждения топлива в топливной цистерне топливозаправщика, оператор включает охладитель, т.е. открывает доступ сжиженному газу из баллона 46 в теплообменник, где осуществляется фазовый переход жидкого газа в газообразный, что охлаждает теплообменник, а вместе с ним и омывающее его топливо. Одновременно с подачей жидкого газа в теплообменник включается перемешиватель 45, обеспечивающий быстрое смешивание охлаждённой массы топлива, прилегающей к стенкам теплообменника, с остальной массой топлива, обеспечивая равномерное, по всему объёму топливной цистерны, охлаждение топлива. По термометру 47 будет наблюдаться температура топлива в топливной цистерне. Как только она достигнет заданной величины, например, -40°C , оператор выключит работу охладителя. Если же будет использоваться автоматическое устройство для поддержания заданной температуры, то охладитель будет продолжать работать, поддерживая эту температуру, до выключения работы охладителя оператором. После этого начинается заправка ЛА охлаждённым топливом без замедления, чтобы топливо не успело нагреться. Вначале выбирается, при помощи пульта 32, один из сигнализаторов 29-31, у которого уставка соответствует предельно допустимому давлению заправки для данного типа ЛА. Наконецник заправочной линии 5 подстыкуются к бортовому штуцеру 6 ЛА. Затем подключают, при помощи пульта 13, КОМ 12 к двигателю автотягача. При включении КОМ начинает работать гидронасос 8. После этого запускается топливный насос 4 нажатием на пульте 33 кнопки «Пуск ТН». Насос перекачивает охлаждённое топливо через заправочную магистраль 5 в бак ЛА. После окончания заправки ЛА выключается топливный насос кнопкой «Стоп ТН». За время перекачивания охлаждённого топлива из

топливозаправщика в баки ЛА это топливо немного нагреется (на несколько градусов). Поэтому при охлаждении топлива необходимо охлаждать его несколько больше (на величину его нагрева при заправке).

Использование охлаждения топлива в топливозаправщике при заправке ЛА позволяет заметно увеличить дальность или продолжительность полёта ЛА, особенно в летний период или при эксплуатации его в жарком климате.

Литература и примечания:

- [1] Патент РФ № 2380292 «Топливозаправщик с охладителем».
- [2] Патент РФ № 2229418, 2004.
- [3] Пискунов В.А. и др. Химмотология в гражданской авиации. Справочник. – М.: Транспорт, 1983. – С. 83.
- [4] Чертов А.Г. Единицы физических величин. – М.: Высшая школа, 1977. – С. 35.

© В.А. Гимбицкий, В.Д. Ковалев, Л.А. Гимбицкая, Е.И. Марченко, 2014

***А.Г. Глущенко,
Л.В. Топоркова,
ПГУТИ,
г. Самара***

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ СТОЯЧИХ ВОЛН В ГИРОТРОПНЫХ СРЕДАХ

Стоячие волны возникают при наложении когерентных волн, движущихся во взаимно противоположных направлениях, и позволяют накапливать энергию колебательных процессов [1]. В учебной и специальной литературе представлены результаты анализа физических свойств стоячих волн в изотропных средах и волноводных структурах [2], что не включает различные типы анизотропных сред. Проведенный в данной работе анализ показывает, что свойства стоячих волн в гиротропных средах имеют существенные отличия от стоячих волн в изотропных средах, потому что невзаимные свойства гиротропных сред существенно меняют характер волновых процессов.

Рассмотрим стоячие волны, которые образуются наложением двух однонаправленных когерентных волн равной амплитуды, распространяющихся во взаимно противоположных направлениях.

Обычно без каких-либо оговорок принимается, что волновые числа прямой и обратной волн равны ($k_1 = k_2 = k$). Однако это справедливо только в частном случае сред и структур, обладающих взаимными свойствами. При наличии анизотропии скорость распространения волн может зависеть от направления их распространения, а среда или волноводная структура могут обладать невзаимными свойствами. Такие свойства наблюдаются в структурах и средах с электрической или магнитной гиротропией параметров. В этом случае сохраняется временная когерентность волн, но физические свойства стоячей волны изменяются. Для невзаимных сред уравнение стоячей волны приобретает вид:

$$\xi(x, t) = 2A \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda_r} x\right) \cdot \cos(\omega t - k_r x) \quad (1)$$

где $\lambda_r = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}$, $k_r = \frac{k_1 - k_2}{2}$, $2A \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda_r} x\right)$ – амплитуда стоячей

волны, зависит только от координат и параметров λ_1, λ_2 , характеризующих невязимные свойства среды. Уравнение (1) описывает особенности стоячих волн в невязимных структурах и средах и при $k_1 = k_2 = k$ сводится к известному уравнению стоячей волны [1].

Известно, что в выражение для фазы уравнения стоячей волны не входит координата, поэтому колебательные процессы во всех точках между ближайшими узлами в областях:

$$-\frac{\lambda}{4} + m\lambda < x < \frac{\lambda}{4} + m\lambda \quad (2)$$

$$\frac{\lambda}{4} + m\lambda < x < \frac{3\lambda}{4} + m\lambda \quad (3)$$

синфазны по отношению друг к другу ($m = 0, 1, 2, \dots$). Колебательные процессы для любой пары точек, принадлежащих различным областям (2) и (3), наоборот, противофазны между собой.

Из уравнения (1), напротив, следует, что в невязимных средах синфазны только колебания в точках, для которых выполняется соотношение

$$\omega t - \frac{k_1 - k_2}{2} x = \text{const}.$$

Таким образом, координаты точек, в которых происходят синфазные колебания, смещаются со скоростью $v_s = \frac{2v_1 v_2}{v_1 - v_2}$.

Расстояние между ближайшими точками пространства с синфазными колебаниями определяется соотношением:

$$\Delta x_s = \frac{4\pi}{k_1 - k_2} = \frac{2\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1}.$$

В точках, где координаты удовлетворяют условию:

$$\frac{k_1 + k_2}{2} x = \pm m\pi,$$

функция $\cos\left(\frac{k_2 + k_1}{2} x\right) = 1$ и суммарная амплитуда достигает

максимального значения $2A$. В этих точках находятся пучности стоячей волны. Однако амплитуда колебаний в точках пучностей с течением времени меняется. Координаты пучностей определяются формулой:

$$x_{\max, m} = \pm \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} m.$$

Координаты узлов определяются соотношениями:

$$x_{\min, m} = \pm \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} \left(m + \frac{1}{2} \right).$$

Таким образом, различие скоростей распространения прямых и обратных волн при их наложении приводит: к изменению расстояний между пучностями или между узлами стоячей волны; к формированию дополнительного волнового

процесса с фазовой скоростью $v_s = \frac{2v_1 v_2}{v_1 - v_2}$; к нарушению синфазности

колебаний в точках, расположенных между ближайшими узлами.

Полученные результаты показывают возможность использования невязимных сред для управления параметрами резонансных структур, включающих эти среды.

Литература и примечания:

[1] Никольский В.В., Никольская Т.И. Электродинамика и распространение радиоволн. – М.: Либроком, 2010. – 544 с.

[2] Нефедов Е.И. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства. – М.: Академия, 2010. – 320 с.

© А.Г. Глуценко, Л.В. Топоркова, 2014

***Т.Н. Говорухина,
А.А. Бурмака,
А.В. Михайлов
ЮЗГУ,
г. Курск***

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АДАПТИВНОГО МОДУЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Одной из наиболее развитых отраслей и оснащенных системами информационного мониторинга, в состав которого входят телеметрические системы, является нефтегазовая отрасль, где важнейшей проблемой, решаемой в целях её ускоренного развития, является эффективное управление её инфраструктурой на всех уровнях [1]. Важнейшим принципом работы нефтегазовой отрасли является обеспечение экологической безопасности на её объектах, с этой позиции представляется актуальной разработка модулей экологической безопасности (МЭБ), располагаемых на объектах нефтегазовой отрасли и связанных по каналам передачи данных с локальными, региональными и центральными диспетчерскими пунктами.

Управление потоком входных воздействий и процедурами их первичной обработки в сети реконфигурируемых (функционально и структурно) адаптивных модулей, совместно с локальными сигнальными и управляющими каналами, составляющими периферийную подсистему МЭБ, позволяет:

– сократить время анализа сигналов, поступающих от сложных динамических объектов (СДО) и целенаправленных процессов (ЦНП), на

интервале $[t_j, t_j + \Delta t_j]$, обусловить своевременность реакции МЭБ, отслеживающего их поведение;

- упростить управление поведением СДО и ЦНП с помощью распределенных локальных адресных воздействий;

- на базе получаемых совокупностей достаточных статистик и характеристик накапливаемой предыстории о каждом этапе ЦНП реализовать распознавание текущих ситуаций, их идентификацию, также сформировать поддержку принятия решений верхней страте МЭБ;

- сформировать локальные команды управляющим звеньям, не дожидаясь обработки на интервале $[t_j, t_j + \Delta t_j]$ всех данных первичного информационного поля;

- с помощью совокупности специальных драйверов подсистемы верхнего уровня (ядра) МЭБ реконфигурировать частично (отдельные модули сети) или полностью функциональное и (или) структурное содержание периферийной подсистемы при экстремальных ситуациях или при изменении технологии ЦНП [1];

- создать в периферийной подсистеме МЭБ семантическую систему задач управления, позволяющую на этапах вторичной и третичной обработки данных в МЭБ предвидеть последствия принятия решений;

- выбрать оптимальное решение в соответствии с заданным критерием управления на основе описания распознанной и идентифицированной конкретной ситуации.

Эти процедуры могут носить как детерминированный, так и стохастический характер в зависимости от следующих факторов [1]:

- степени априорной неопределенности о характеристиках потока входных воздействий (сигналов и помех);

- количества одновременно обслуживаемых физических систем «СДО-ЦНП»;

- количества параметров и показателей, характеризующих каждую из одновременно обслуживаемых систем «СДО-ЦНП»;

- предельно допустимого в условиях эксплуатации количества локальных каналов периферийной подсистемы МЭБ.

Функционально-структурная организация адаптивного модуля может представлять из себя сочетание содержательных (эвристических) и формальных методов (операторных, алгоритмических), обеспечивающих реализацию целевой функции модуля посредством взаимосвязанного функционирования определенной совокупности элементов реконфигурируемой структуры (например, перепрограммируемой логической интегральной схемой (ППЛИС)). При этом детерминированная часть может быть представлена однократно программируемой ППЛИС как матрицы с большим количеством входов (независимые переменные) и малым количеством выходов (решения, идентифицированные ситуации), а «стохастическая часть» – по внешним (от ядра МЭБ) и внутренним командам (от программируемого контроллера), многократным перепрограммируемым функциональным наполнением ППЛИС, предварительно сконфигурированным в виде параллельно-последовательной структуры матричных микропроцессоров [2], управляемых подсистемами верхнего уровня МЭБ.

Включению в работу периферийной подсистемы МЭБ и, соответственно, её модулей предшествует подготовительная работа системы, вербальная модель которой приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Вербальная модель подготовительных операций в периферийной подсистеме МЭБ

На рисунке 1 Q_i – состояние системы на i -ом фрагменте потока входных воздействий; $\hat{a}_j$ – оценка информативного параметра в j -ом сеансе работы; ψ_k – режим функционирования системы k -го адаптивного МЭБ.

Соответствующая модель функционирования реконфигурируемого модуля показана на рисунке 2.

Начальным условием для модели (рис. 2) является: на интервале $[t_j, t_j + \Delta t_j]$ последовательность сигналов $\{s_{jk}^{(r)}\}$ выделена из потока, её параметры $\{a_{rj}\}$ измерены, сформированы достаточные статистики; закончена подготовительная работа по формированию алфавита классов и словаря признаков, а также описание каждого класса ситуаций (по детерминированному или статистическому, «нечеткому» принципам).

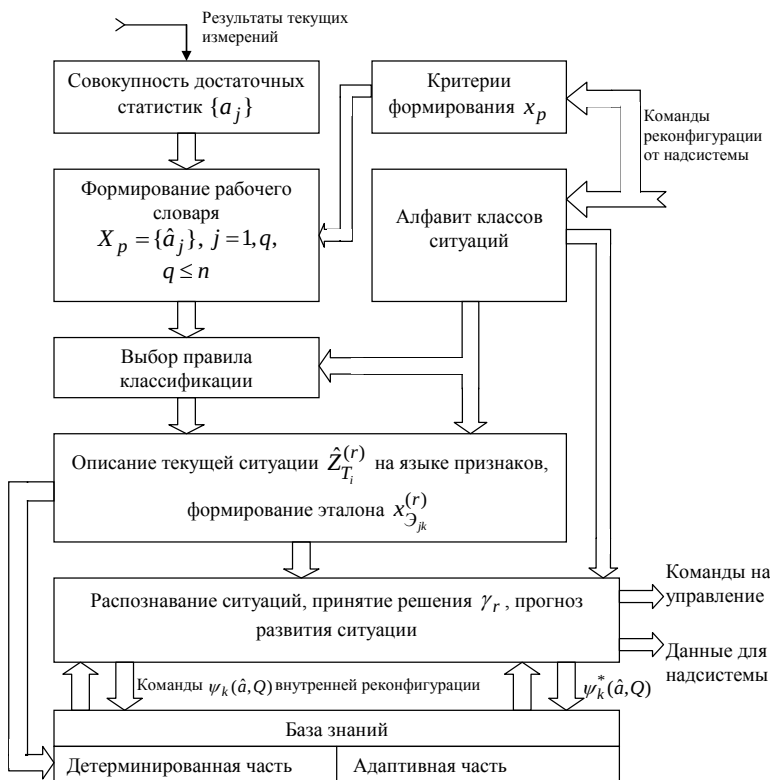


Рисунок 2 – Вербальная модель функционирования реконфигурируемого модуля

При этом формальные правила реализации построения эталонов и классов ситуаций будут:

$$\begin{cases} X_{\mathcal{A}_{jk}}^{(r)} = E_{\mathcal{A}_T}[\{a_{jk}^{(r)}\}], \quad k = \overline{1, N}; \text{ эталон} \\ Z_{T_i}^{(r)} = E_T[E_J^{(r)}(X_{\mathcal{A}_{jk}}^{(r)})], \text{ ситуация, тип, класс} \end{cases} \quad (1)$$

где $X_{\mathcal{A}_{jk}}^{(r)}$ – описание эталона k -ой ситуации для r -го объекта;

$E_{\mathcal{A}_T}$ – оператор формирования эталона;

$Z_{T_i}^{(r)}$ – описание i -ой штатной ситуации для r -го объекта;

E_T – оператор идентификации (классификации) ситуаций, где ситуация определяется как множество понятий, на котором задана система бинарных отношений.

Операторные уравнения (1) являются также основой модели управления. Кроме того, прогнозируя на итоговом этапе классификации развитие ситуаций во времени, можно выбрать оптимальное решение из множества допустимых (в рамках детерминированной или «стохастической» матрицы решений). Если в рамках функциональных возможностей адаптивного модуля решение принято быть не может, то формируется соответствующее донесение верхней страте ТМС и ожидается её решение. Новые ситуации при этом формируются с использованием матриц ситуаций и компонентов базы знаний на основе упрощенной фреймовой структуры.

Литература и примечания:

[1] Говорухина Т.Н. Модели, методы и алгоритмы управления и обработки информации адаптивными реконфигурируемыми модулями в телеметрических системах: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01 / Говорухина Татьяна Николаевна. – Курск, 2013. – 133 с.

[2] Говорухина Т.Н. Модели подсистем и целенаправленных процессов, реализуемых в информационно-логических измерительных системах распределенного типа [Текст] / А.А. Бурмака, Н.А. Корневский, Т.Н. Говорухина, О.А. Терехова // Телекоммуникации. – М., 2013. – № 8. – С. 8-12.

© Т.Н. Говорухина, А.А. Бурмака, А.В. Михайлов, 2014

М.С. Дорофеева,

В.И. Брусова,

ЛФ ФГБОУ ВПО «ГОСУНИВЕРСИТЕТ-УНПК»,

г. Ливны

ИПОТЕЧНОЕ КРЕДИТОВАНИЕ

Проблематика темы обусловлена тем, что обеспечение жильем граждан РФ является одной из наиболее значимых социальных проблем, стоящих перед Российским государством на современном этапе его развития. Одним из современных и актуальных механизмов решения проблем с жильем у населения является ипотечное кредитование [1]. Стандартную ипотеку предлагают не все банки г. Ливны. В некоторых из них есть специальные программы для молодых семей и ипотека без первоначального взноса. Для того чтобы оценить размер выплат по ипотеке, а также рассчитать оптимальный срок, лучше всего воспользоваться ипотечным калькулятором, который есть практически на всех официальных сайтах банков. Возьмем, например, один миллион в ипотеку на 10 лет на покупку квартиры.

ОАО «Сбербанк» и ОАО «МинБ» производят ежемесячные платежи по аннуитетному типу. Ежемесячный платёж при аннуитетной схеме погашения кредита состоит из двух частей: первая часть платежа идёт на погашение процентов за пользование кредитом, вторая часть идёт на погашение долга. При аннуитетной схеме выплат по кредиту ежемесячный платёж рассчитывается как сумма процентов, начисленных на текущий период, и суммы, идущей на погашение кредита. С помощью калькулятора кредитов можно определить размер начисленных процентов, а также сумму, идущую на погашение долга.

Ежемесячный аннуитетный платёж рассчитывается по следующей формуле:

$$X = S \cdot \left(P + \frac{P}{(1+P)^N - 1} \right), \quad (1)$$

где X – ежемесячный платёж;

S – первоначальная сумма кредита;

$P = \frac{1}{12}$ – процентной ставки;

N – количество месяцев.

Ежемесячный платеж по Сбербанку равен 14347,09 рублей, при процентной ставке 12% годовых. Для того чтобы найти процентную составляющую аннуитетного платежа, нужно остаток кредита на указанный период умножить на годовую процентную ставку и всё это поделить на 12 (количество месяцев в году). Расчёт начисленных процентов осуществляется по формуле:

$$P_n = \frac{S_n \cdot P}{12}, \quad (2)$$

где P_n – начисленные проценты;

S_n – остаток задолженности на период;

P – годовая процентная ставка по кредиту.

Начисленные проценты по Сбербанку равны 10000 рублей. Чтобы определить часть, идущую на погашение долга, необходимо из месячного платежа вычесть начисленные проценты по формуле:

$$s = X - P_n, \quad (3)$$

где s – часть выплаты, идущая на погашение долга;

X – ежемесячный платёж;

P_n – начисленные проценты, на момент n -ой выплаты.

Часть, идущая на погашение долга, в Сбербанке равна 4347,09 рублей. Поскольку часть, идущая на погашение основного долга, зависит от предыдущих платежей, то расчёт графика по данной методике вычисляется последовательно, начиная с первого платежа.

Аналогичный расчет происходит и в ОАО «МИНБ». Ежемесячный платеж в ОАО «МинБ» равен 15526,64 рублей, при процентной ставке 14% годовых. Начисленные проценты равны 11890,41 рублей. Часть, идущая на погашение долга, составляет 3636,23 рублей.

В ОАО «Россельхозбанк» производят ежемесячные платежи по дифференцированному типу. Ежемесячный платёж состоит из двух составляющих: первая часть называется основным платежом, размер которого не изменяется на всём сроке кредитования; вторая часть – убывающая, которая уменьшается к концу срока кредитования [2]. При дифференцированной схеме погашения кредита ежемесячный платеж рассчитывается как сумма основного платежа и проценты, начисляемые на оставшийся размер долга. Естественно, что оставшийся размер долга уменьшается к концу срока кредитования, отсюда и получается уменьшение размера ежемесячной выплаты. Для расчёта размера основного платежа можно воспользоваться формулой:

$$b = \frac{S}{N}, \quad (4)$$

где b – основной платёж;

S – размер кредита;

N – количество месяцев.

Основной платеж ОАО «Россельхозбанка» составляет 8333,33 рубля, при процентной ставке 13,75% годовых. Начисленные проценты рассчитываются по формуле:

$$p = \frac{S_n \cdot P}{12}, \quad (5)$$

где p – начисленные проценты;

S_n – остаток задолженности на период;

P – годовая процентная ставка по кредиту.

Начисленные проценты «Россельхозбанка» равны 11250 рублей.

Таким образом, расчёты показали, что самая низкая переплата у ОАО «Россельхозбанка», которая составила 680625,00 рублей при процентной ставке 13,75. На втором месте Сбербанк – 721651,38 рублей при процентной ставке 12, и на третьем месте ОАО «МИНБ» при процентной ставке 14 и с переплатой 868366,75 рублей.

Литература и примечания:

[1] Власов А.В. Доступное и комфортное жилье – гражданам. – М.: Дело, 2009. – С. 44.

[2] Иванченко В. Социальное значение и перспектива жилищного кредитования // Экономист. – 2010. – № 11. – 75 с.

© М.С. Дорофеева, В.И. Брусова, 2014

М.С. Дорофеева,

В.И. Брусова,

ЛФ ФГБОУ ВПО «ГОСУНИВЕРСИТЕТ-УНПК»,

г. Ливны

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ИГР В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Теория игр представляет собой раздел математики, в котором исследуются модели принятия оптимальных решений в условиях конфликта. Теория игр как научная дисциплина изучает отношения между людьми, которые руководствуются несовпадающими мотивами. Теоретико-игровые методы теории игр популярны в задачах рационального природопользования, в моделях рынков и в других задачах.

Рассмотрим применение теории игр в сельскохозяйственной деятельности ООО «Тим». Основным видом деятельности компании является выращивание сельскохозяйственных культур, а также животноводство.

Задача 1. ООО «Тим» необходимо определить, в каких пропорциях засеять свое поле культурами, если урожайность этих культур, а значит, и прибыль, зависит от того, каким будет лето: прохладным и дождливым, благоприятным или жарким и сухим. Общество подсчитало чистую прибыль с 1 га от разных культур в зависимости от погоды (таблица 1).

Таблица 1 – Матрица выигрышей ООО «Тим»

	Прохладное и дождливое (тыс. руб.)	Благоприятное (тыс. руб.)	Жаркое и сухое (тыс. руб.)	π_i
пшеница	5,10	5,40	5,20	5,10
ячмень	5,20	5,05	5,00	5,00
овес	4,05	5,00	4,00	4,00
c_j	5,20	5,40	5,20	

Решение. У ООО «Тим» нет реального противника. Но если общество планирует свою деятельность в расчете на наихудшие погодные условия, то можно считать Природу субъектом, который пытается создать наихудшую погоду. В таком случае можем смоделировать задачу общества как матричную игру, в которой общество является 1 игроком, природа – 2. Матрица выигрышей в данной игре – это таблица доходов общества (таблица 1). Поскольку нижняя цена данной игры меньше верхней ($\pi_i=5,10 < c_j=5,20$), то эта игра не решается в чистых стратегиях, решим игру в смешанных стратегиях. Сведем данную матричную игру к задаче линейного программирования. Решая задачу симплекс-методом, получили решение двойственной задачи $X = (0,13; 0; 0,064; 0; 0; 0,21)$.

Находим цену игры $\vartheta = \frac{1}{\max F} = \frac{1}{0,19} = 5,26$ тыс. руб. Оптимальные стратегии первого игрока найдем по формуле:

$$p_i = x_i \vartheta \quad (1)$$

Таким образом, оптимальные стратегии первого игрока равны $p^0 = (0,67; 0,33; 0)$. Решение данной задачи рекомендует обществу засеять 67% поля пшеницей, а оставшуюся часть (33%) – ячменем. При этом при любой погоде доход с 1 т зерна компании «Тим» не будет меньше 5260 руб.

Задача 2. ООО «Тим» необходимо определить, какую породу овец лучше всего разводить и в каком виде ее лучше реализовать (живым весом или чистым мясом), чтобы получить максимальную прибыль. Общество подсчитало прибыль, которую будет получать с 1 кг мяса от разных пород (таблица 2).

Таблица 2 – Матрица выигрышей ООО «Тим»

А \ Б	Цена за 1 кг живого веса, руб.	Цена за 1 кг чистого мяса, руб.	π_i
Эдильбаевская	160	230	160
Меринос	200	180	180
Романовская	190	190	190
c_j	200	230	

Решение. В данной задаче первым игроком выступает ООО «Тим», вторым – покупатель на рынке. Следовательно, эту задачу можно смоделировать как матричную игру, матрица выигрышей в данной игре – это таблица доходов «Тим» (таблица 2). Т.к. нижняя цена данной игры меньше верхней ($T_i=1,9 < C_j=2,0$), то эта игра не решается в чистых стратегиях, решение в смешанных стратегиях будем искать графическим методом. Решим графически игру, заданную матрицей выигрышей ООО «Тим».

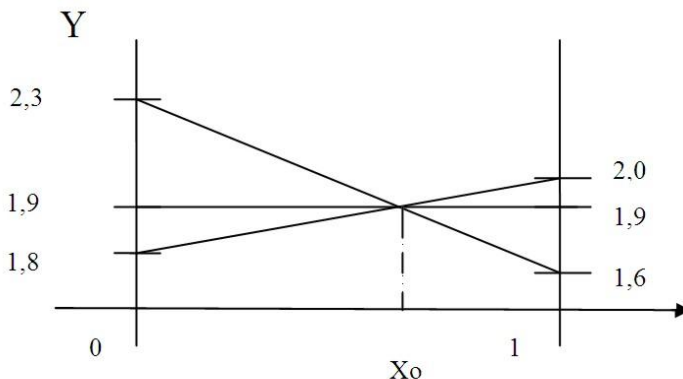


Рисунок 1 – Графическое решение игры 2

Поскольку в данной игре нас интересуют только стратегии первого игрока, то не будем тратить время на поиск стратегии второго игрока. Т.к. активными стратегиями у первого игрока являются 1 и 2, то его оптимальная стратегия имеет вид $P_0 = (p, 1-p, 0)$. Найдем p из уравнения:

$$1,6p + 2,3(1-p) = 2p + 1,8(1-p)$$

Откуда $p = 0,56$; $P_0 = (0,56; 0,44; 0)$ и $\vartheta = 1,6 \times 0,56 + 2,3 \times 0,44 = 1,908$. Стратегию P_0 можно реализовать следующим образом: 56% предполагает обществу развести породу Эдильбаевская, остальные 44% – Меринос. При этом при любом способе ее реализации «Тим» будет иметь прибыль 190,8 руб. с 1 кг мяса.

Таким образом, решая данные задачи, теория игр указывает лучшие стратегии с учётом представлений обо всех участниках игры, их ресурсах и их возможных поступках.

Литература и примечание:

[1] Писарук Н.Н. Введение в теорию игр. Минск, 2012. С. 33.

© М.С. Дорофеева, В.И. Брусова, 2014

B.T. Imanbek,
M.I. Kozhamberdieva,
AUEC,
KazNTU K.I. Satpayev,
IEK, Almaty, Kazakhstan

DEVELOPMENT OF DIAGNOSTIC AND PROCESS CONTROL BIOMASS GASIFICATION

Over recent years the gasification technology has been widely used for burning both traditionally used fuels and also the biomasses of various origin. The gasification procedure often carried out in boiling bed under the circumstances of lack of acidizing agent. The design of gasification units for gasification of various types of fuels is usually somewhat different but not radically. Also the properties of generator gases are similar. It is necessary to develop industrial facilities and technology procedures for processing of various types of fuels.

At the present time, the organic types of fuels include gas, black oil fuel, bituminous coal and brown coal, combustible schist, peat. The non-traditional types of fuel are the ones like biomasses of vegetable and animal origin including the wastes of organic raw materials. The traditional methods of solid combustibles burning include fuel bed firing, flame and fuel bed firing and flame combustion in boilers. Herewith the grinding coarseness of particles and under burning are subsequently decreasing and the combustion intensity increasing correspondingly [1].

During the procedure of fuel-bed firing the particles of solid combustibles up to several centimeters in diameter are delivered to the aerated grating. The advantage of fuel bed firing type of burning procedure lies in simplicity of preparation and delivery of fuel. The disadvantageous factor lies in low evaporative capacity. The flame type combustion technology has been rapidly growing during fifties of the previous century. The fuel grinding process carried out until fuel particles reach the size of few microns and then the air-and-coal mixture delivered to the combustion lamps. The basic advantages of the flame combustion type are as follows [2]: ability to carry out the burning of any type of fuel maintaining the high level of coefficient of efficiency; high level of the boiler units working capacity etc. The disadvantageous factors of flame type of combustion are as follows: chemical and mechanical under burning (in the aggregate up to 15-25%); the complexity of the fuel preparation process; high level of fly ash, sulfur oxide and nitrogen emission. As during the fuel-bed firing, so in the course of dustlike fuel combustion the temperature within the burning chamber reaches the value of 900-2000OC or more, and also additional air supply is provided by tuyeres of second and third level in order to ensure complete fuel burn up. The furnaces with the fluidized beds hold the intermediate position between the grate-fired furnaces and torch furnaces. This technology started to be developed in sixties of the previous century. The fuel particles up to few millimeter of size are delivered to the aerated grating from below. Under the circumstances of certain air speed the layer of suspended particulate matters takes on the properties of liquid (viscosity, flow properties, surface tension) being in the ascending stream. The types of the fluidized beds are as follows – stationary type, circulating type and plasma ignition of powdered coal type. The advantages of the fluidized bed are as follows: high heat transmission coefficient;

solidity of the furnace unit; low combustion temperature (about 850°C), which enables the reduction of nitrogen oxides; ability of efficient desulfurization with the application of small amounts of limestone mixed with the fuel; the ability to combustion of low reactivity coals.

The coals combustion in fluidized bed is carried out in two stages: gasification and post-combustion. The gasification of fuels [3,4] – production of generator gases of coals, oil-fuel, slates, peat, etc. The presence of oxidizing agent is considered as obligatory condition for the fuels gasification. The rate of air excess during the fuel combustion process calculated as $\alpha = 1,02 / 1,2$, and for the fuel gasification the rate calculated as follows - $\alpha \cong 0,5$. There is provided additional air supply system in order to carry out afterburning. The coal combustion in the fluidized bed units is considered to be low temperature type of coal gasification process. Along with that the high temperature gasification methods are developed over the last years [9], when the lowest part of the boiler furnace represents the aero-cindery melting chamber, which has the dust air mix delivered up to the level below the level of liquid cinder. The temperature in the melting chamber is higher than the melting temperature of coal slag (1400-1500°C). The principal advantage of high temperature gasification – slag-tap removal is accompanied by the low output of pulverized fuel ash and allows multifold possibilities for slag processing, the disadvantage consists in the fact that certain part of air has to be replaced with pure oxygen in order to maintain high temperature level. There have been carried out a series of underground coal gasification tests periodically from the beginning of the XX century [9,4]. The gas with CO as the main component is obtained at the output when the compressed air injected into the strata under the pressure of up to several atmospheres. Specific heat value of the obtained gas reaches the value of 2 and up to 8 MJ/m³, while the specific heat value of natural gas with the methane as main component reaches the value of about 40 MJ/m³.

Furnace units running on gas-and-oil fuel are various and much more maneuverable. During the burning of natural the output of nitrogen oxides is low however the vanadium oxide V₂O₅ is formed which is corrosion aggressive. The amount of sulphur oxides increases abundantly when the sulphurous black oil fuel is burned. The liquid fuel may also be gasified in conditions of lack of oxygen for complete oxidation of the raw hydrocarbon material.

Biomasses are industrial or domestic solid and liquid hydrocarbon wastes, or products specially manufactured for this purpose (such as split wood, wood substances of fast-growing bushes). The energy potential of biomasses is enormous. A single person produces 0,5-3 kg of domestic and industrial wastes daily which could provide about 0,00125-0,5 m³ of biogas [5,6]. The amount of obtained biogas depends on the type of wastes and processing technology. Thus not the energy potential but the disposal considerations are considered to be main issue concerning the biomasses processing. The conventional types of disposal considerations are as follows: burial ground disposal within the waste disposal site; direct combustion without disposal and with utilization of heat; drying, clogging; utilization as fertilizer; additive to livestock feeder; processing for the purpose of obtainment of solid and liquid fuel; processing for the purpose of biogas production. The production of biogas from biomass carried out by means of fermentation, digestion, attenuation (aerobic or anaerobic), sublimation or pyrolysis.

It is necessary to apply wider definition to the process of biomasses gasification than the one considered above. *Gasification of biomasses* is the process of gas production from solid and liquid raw materials. During the gasification process the raw

material partially passes into the gaseous form, possibly along with the alteration of chemical content under the effect of high temperatures, catalyzing and other physical, chemical and biological processes. Fermentation [7,10] – represents process of chemical or biochemical transformation of biomasses under the effect of enzymes as biochemical catalyzing agents which may accelerate the assimilation process as well as dissimilation of organic compounds. The amylolytic enzymes used for amylolysis, protein-degrading enzyme used for protein breakdown etc. The combustible gas containing in various portions CO , CO_2 , O_2 , H_2 , N_2 , H_2S , H_2O , CH_4 , C_nH_m etc., is formed in a result of fermentation. Attenuation – represents biochemical process which is carried out due to activity of living organisms such as fungus, bacteria, flies etc. [7]. Several authors consider the attenuation to be the certain type of fermentation, when the enzymes are of biological origin. The gas containing combustible and incombustible components, including spirits $\text{C}_n\text{H}_{2n}+1\text{OH}$ (spirit fermentation) forms in a result of attenuation process. For the purpose of fermentation and attenuation it is necessary to maintain certain temperature (20-60°C) and humidity (up to 95%) of raw material. Sublimation (distillation) [8] – represents the transformation of solid matters into gaseous form, bypassing the liquid stage. It occurs at the temperatures below the level of triple point temperature. For sublimation it is necessary to provide to the substance an energy which is called sublimation heat. Sublimation represents the physical process which doesn't imply the alteration of chemical content.

Pyrolysis [6] – represents the chemical process implying the decomposition of complex combination into less complex content under the influence of high temperatures (300-850°C) in the presence of oxidizing agent. The pyrolysis occurring in the presence of water vapors called hydro pyrolysis. Solid materials, liquid matters and gaseous matters may be extracted in a result of pyrolysis under normal conditions in accordance with the generalized formula [5]: basic material + heat = C (carbon black) + resins + CO + CO_2 + H_2 + H_2O + CH_4 + C_nH_m . Distilling gases represent gas containing CH_4 , CO , H_2 , $Q_H P = 15\text{--}22 \text{ MJ/nm}^3$, the output up to 70% of the dry material mass under the conditions of high-temperature pyrolysis. Coefficient of efficiency pyrolysis reaches the value of 80-90%.

All the considered procedures of biogas production from the organic raw materials may be split into three stages: the preliminary preparation of biomasses with applied low-temperature heat; biogas production; the biogas combustion and obtainment of high temperature heat and electric energy; secondary wastes disposal.

The specific heat resulting from wastes combustion reaches the value of 9,5-11,6 MJ/kg, in perspective up to 16 MJ/kg. Domestic solid wastes contain 50-75% of organic matters. The combustion household waste, as well as coal, may be carried out by means of layer method, but the content of harmful substances in the emitted gases afterburning in furnaces with fluidized bed is considerable lower.

The units with the fluidized bed meant for combustion of household wastes, have the following modifications [9]: with the bubble type (stationary) fluidized bed; with the circulating fluidizing bed (from the outer or internal circulation) (CFB); or with swirl fluidized bed. The solid inert material such as sand or gravel is usually used in the course of solid household materials combustion process in order to create the fluidized bed. Herewith the air speed rate provided for combustion increases gradually from 1,5 up to 5 m/s, and the value of heat stressed surface increases from 2 up to 7 MW/m². The biomass may be burned in the furnaces with the bubble or circulating fluidizing bed only after careful preparation of fuel (separation, grinding, homogenization). The fuel particles and pulverized fuel ash at the output settle within

the cyclones and returned for afterburning to the lower part of furnace.

The furnaces for processing of solid household wastes with the vortex type fluidized bed became wide spread from the eighties. The advantage of such furnaces lies in their ability to burn the solid household wastes with minimum requirements to their preparation which could just be reduced to the grading fraction of up to 200-300 mm. The fluidized bed is created by the air flow provided through the tapered nozzle screen. The air speed increases while running in downwards direction along the grating which in combination with the form of furnace walls creates the bed circulation. Coefficient of efficiency of such furnace units reaches the value of 86-99,8%. The combustible gas may be produced from the wastes buried underground. The wells drilled within the areas of old industrial waste disposal sites usually connected by the collecting device made of polyvinylchloride pipes. The obtained gas composition (according to the data of French research worker): 63,4% CH₄, 36,5 % CO₂, 0,1 % N₂. It is possible to produce 135 m³ of biogas from 1 t of the buried household wastes.

The garden wastes are the type of annually renewable fuels, the production volume of which exceeds amount of 100 mln.t annually [7]. The garden wastes are burned in compact layer as well as in the fluidized bed (fluidized) – stationary and circulating. The basic disadvantage of garden wastes as fuel is the variable humidity (up to 17%) and uneven fluidization. At the same time they are of low ash content – only 3,1%, and higher combustion heat – 912,5 MJ/kg. For comparison the ash content of the coals combusted at steam power plants in Russia reaches the value of 30%, QH P = 25-30 MJ/kg for mineral coals. The fly-ash collecting devices such as cyclone type of collectors with option of cinder returning into burning area are applied in order to decrease the amount of underburnt matter. The gas generators with the function of produced biogas supply to the outside consumer are applied in order to decrease the unevenness of load. In the result the coefficient of efficiency of the units for combusting of garden wastes in the fluidized bed reaches the value of 72-81% with the output power of 0,2-0,5 MW (up to 1,5 MW). In order to initialize the process it is necessary to implement the burning of firing up material (coal). The fluidizing bed is created directly in the main combusted material.

The livestock manure is the main type of livestock waste. There is not less than 45 mln.m³ of livestock manure produced annually. One of the L. Paster's students demonstrated the fact that 1 m³ at the temperature of 35°C may provide about 100 L of methane. The efficiency rate of the biogas units is about 60%. The peculiarities of the livestock wastes processing procedure: high level of humidity (up to 80%) of those wastes requires higher expenditures for drying; using the presently available technology level it is possible to use only 1-10% of energy potential of those wastes; the developed processing technologies should decrease the amount of occurring unpleasant odors which are intrinsic to the wastes the livestock wastes are very valuable concentrated organic fertilizer and possibly this direction of its use is the most practical. The fermentation is considered the most perspective type of gasification of livestock wastes in order to produce the combustible biogas [3], and possibly the co-combustion in mixture with the conventional types of fuel.

There were carried out the experiments related to combustion of coals and biomasses [9]. The disadvantages of biomasses for the co-combustion are as follows: the seasonal fluctuation of the prices within the biomasses market; alternating but at average high humidity level, and specific chemical content of ash. However the co-combustion has the whole range of advantages. In case of low percentage of biomasses in the fuel (relating to the coal content) their presence has almost no influence on the

technological cycle of coal burning in the course of the procedure of fuel-bed firing and combustion in the circulating fluidized bed. There is no necessity in development and construction of special waste burning plants for the wastes disposal. The additives to potassium compounds contained in the biomasses ashes decrease the level of slag fusion temperature allowing decreasing the temperature of slag-tap operation and heat wastes with slag, along with which the industrial properties of slag are changed. There is about 600 t of household and industrial wastes produced daily in the city with the population about 200 thousands of people which being combusted in briquettes may save about 120 t of coal daily. The co-combustion of biomasses and coal with low variable portion of biomasses is feasible to be applied in the continually operating high power furnaces. The actual burning of biomasses is carried out with the essential involvement of one or another conventional type of fuel (coal, gas) [10]. In case of higher content of biomasses the provision of coal as bulk material will allow to solve two problems at once which are the creation of fluidized bed and maintaining the necessary temperature on account of gradual burning out of coal (figure 1).

The other form of co-combustion of biomasses and conventional fuel is also possible. The additional high grade heating energy is required for initialization of gasification process and biomasses combustion. [5] This energy is generated on the account of burned starting fuel or on account of combustion lamps located within the furnace unit which are supplied with the black oil fuel. In order to create the fluidizing bed the air is supplied at the rate of 5 m/sec. In case that instead of air the natural gas is supplied to the undergrate area and air supplied above the grating by the tuyeres of second and third level (figure 2) it will allow to solve the following problems: gas distribution throughout the biomass layer will facilitate the creation of uniform fluidized bed; the burned gas has larger volume and temperature and will create the pressure levels necessary for formation of the fluidized bed even under the circumstances of insignificant gas and air supply rates at the furnace input; the creation of the fluidized bed in the stream of gas and combustion products instead of the air stream will allow to maintain the temperature high enough for reprocessing of initial raw material with the high humidity levels. [10] The method of co-combustion of biomasses with coal or gas containing high concentrations of biomasses is may be efficiently applied for small discontinuously operating energy producing plants designed for the certain type of wastes and installed directly at the enterprises producing such wastes. In such a case it is not any more necessary to carry out the sorting of wastes. The functioning of wastes disposal installation within the working hours of the enterprise will allow decreasing the energy amounts required for the enterprise functioning and supplied by the outside supplier and decrease daily fluctuation the electric network load.

The gasification technology is widely used nowadays for processing and combustion of conventional fuels as well as biomasses. The world experience of furnace maintenance with the cyclone type of fluidized bed demonstrated the ability of co-combusting of almost any types of combustible materials including the high-moisture and high-ash types of fuels. Herewith the main advantage is ability to decrease the amount of harmful emissions on the account of oxidizing processes. The units design and technological peculiarities of the procedures applied for reprocessing of various types of fuels are different but not fundamentally. [9] The co-processing of conventional fuel types and biomasses will allow combining the advantages of various fuels types.

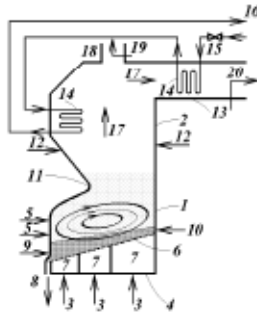


Figure 1 – Application of coal as the bulk material in order to create the fluidizing bed in the course of co-gasification with the biomasses

1 – gasification chamber; 2 – afterburning chamber; 3 blast nozzles designed for supply of combustion air; 4 bottom of installation; 5 the biomasses supply device; 6 distribution grating; 7 air chamber; 8 discharge nozzle for bottom ash wastes; 9 ignition device; 10 bulk material loading installation; 11 – clamping; 12 nozzles for secondary air supply; 13 gas exhaust ducts; 14 multipass recuperators; 15 cutout valve of the water delivery line; 16 – consumers; 17 smoke gases; 18 nozzle for the generator gases collection; 19, 20 – valves.

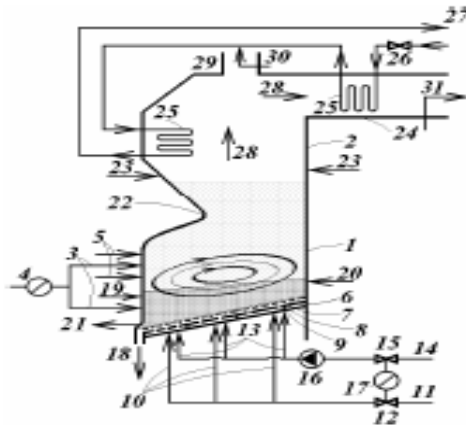


Figure 2 – Creation of the fluidizing bed in the natural gas stream in the course of biomasses gasification procedure

1 – gasification chamber; 2 – afterburning chamber; 3 blast nozzles designed for supply of combustion air; 4 regulating device; 5 5 the biomasses supply device; 6 distribution grating; 7 gas-distributing device; 8 gas chamber; 9 the chamber bottom; 10 nozzles; 11 – gas pipe line; 12 gas pipe line cutout valve; 13 secondary air supplying nozzles; 14 air transfer duct; 15 cutout valve of the water delivery line; 16 – pumping; 17 switch; 18 discharge nozzle for bottom ash wastes; 19 ignition device; 20 – inert

material loading device; 21 – the inert material discharging device; 22 clamping; 23 secondary air supply nozzle; 24 gas exhaust ducts; 25 multipass recuperators; 26 cutout valve of the water delivery line; 27 consumers; 17 smoke gases; 29 – nozzle for the generator gases collection; 30, 31 – valves [7].

References:

1. Beige N. NO X control in circulating fluidized bed combustor. 2-ud Int. conf. on CFB Technology. Pergamon Press, 1988. P. 421.
2. Hallsrom C., Karlsson K. Waste incineration in circulating fluidized bed boiler. Test results and operating experience, 3-rd Int. conf. on CFB. Japan, 1990. P. 1.
3. Hirota T., Ohshita T., Kusugi S. et al. Characteristics of the internally circulating fluidized bed boiler, 3-rd Int. conf. on CFB. Japan, 1990. P. 1.
4. Ishikawa K., Ischiko M., Uchiyama K. TIF Fluidized-bed Municipal Waste Incineration System & Materials Recovery Facility – Isesaki City Clean & Recycle Center 21 / Ebara jiko. № 190. 2001. P. 90.
5. Ishizuka H., Hyvarinen K., Morita A. et al. Experimental Study on NO X reduction in CFB coal combustion. 2-ud Int. conf. on CFB Technology. Pergamon Press, 1988. P. 437.
6. Iwahashi H., Yaguchi E., Miyaki T. A Batch-type. Municipal Waste Fluidizedbed Incineration System / Ebara jiko. № 186. 2000. P. 58.
7. Suzuki T. et al. Comparison of NO X Emission between Laboratory Modeling and Full Scale Pyroflow Boilers, 3-rd Int. conf. on CFB. Japan, 1990. P. 1. The gasification of the organic fuels and bioweights. Efimov N.N., Fedorova N.V., Mirgorodsky A.I., Kolomijtseva A.M. South Russian State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute).
8. Коломийцева А.М., Федорова Н.В. Сравнительный анализ химического состава и свойств углей и биомассы. – Проблемы теплоэнергетики. – Изв. вузов. Сев.-Кав. рег. Технич. науки. 2005. Спец. выпуск. – С. 38.
9. Масленников В.И., Выскубенко Ю.А., Щтеренберг В.Я. и др. Парогазовые установки с внутрицикловой газификацией топлива и экологические проблемы энергетики. – М.: Наука, 1983. – 264 с.
10. Мусоросжигательный завод – Москва, контракт №1879017 / 280 / 1 / 191311, ком. №402210. Общее функциональное описание. 8.02.96. – 37 с.

© B.T. Imanbek, M.I. Kozhamberdieva, 2014

**А.А. Кайгермазов,
Ф.Х. Кудоева,
Т.Х. Сайег**
КБГУ,
г. Нальчик
Сев.-Кав. фед. ун-т,
г. Ставрополь

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИИ С ГЛОБАЛЬНОЙ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРОЙ

Учет влияния возрастной структуры популяции на динамику плотности позволяет рассматривать популяцию как систему с распределенными

параметрами и дает возможность описывать ее динамику более адекватно реальности. Кроме того, информация о возрастной структуре популяции необходима для решения проблем, связанных с рациональной эксплуатацией как естественных, так и искусственных популяций.

В непрерывных моделях с глобальной возрастной структурой в качестве основных характеристик популяции выступают [1]:

– плотность численности (биомассы) популяции $u(\tau, t)$;

– плотность рождаемости $G(\tau, t, u(\bullet, t))$;

– плотность смертности $F(\tau, t; u(\tau, t); u(\bullet, t))$.

Здесь τ – биологический возраст популяции, t – время.

В общем случае модели этого класса можно записать в виде:

$$\begin{aligned} u_\tau + u_t &= F(\tau, t; u(\tau, t); u(\bullet, t)), \\ u(\tau, t) &= \varphi(\tau), \\ u(0, t) &= G(\tau, t, u(\bullet, t)) \end{aligned}$$

основной чертой которых является нелинейность F и G и глобальная зависимость от возраста τ , так как он входит в F и G через $u(\bullet, t)$.

Использование глобальной возрастной структуры в популяционных задачах позволяет учитывать многие свойства внутривидовых взаимодействий самой популяции, например, внутривидовую конкуренцию. Поэтому исследование моделей с глобальной возрастной структурой имеет большое практическое значение.

В данной работе рассмотрены три математические модели с глобальной возрастной структурой. Предложенные модели методом расщепления Бусенберга-Ианелли сведены к решению более простых задач [2].

1. Математическая модель с глобальной возрастной структурой, описывающая динамику микробной популяции

Пусть $u(\tau, t)$ – плотность численности (биомассы) микробной популяции возраста τ в момент времени t . Возраст популяции τ отсчитывается с момента ее рождения. По определению, общая численность микробной популяции (общая концентрация биомассы) будет выражаться интегралом от функции $u(\tau, t)$ по всем возрастам:

$$P(t) = \int_0^{\infty} u(\tau, t) d\tau.$$

Будем считать, что плотность смертности и плотность рождаемости пропорциональны плотности численности $u(\tau, t)$ и имеют, соответственно, вид:

$$F(\tau, t; u(\tau, t); u(\bullet, t)) = a(P(t)) \cdot u(\tau, t),$$

$$G(\tau, t; u(\tau, t); u(\bullet, t)) = c(P(t)) \cdot e^{-\alpha\tau} u(\tau, t),$$

где $a(P(t)), c(P(t))$ – неотрицательные функции (коэффициенты смертности и рождаемости соответственно), $\alpha = \text{const} > 0$.

С учетом сказанного выше динамика микробной популяции будет

описываться задачей:

$$u_\tau + u_t = -a(P(t)) \cdot u(\tau, t), \quad (1)$$

$$u(\tau, 0) = \varphi(\tau), \quad (2)$$

$$u(0, t) = \int_0^\infty c(P(t)) \cdot e^{-\alpha\tau} u(\tau, t) d\tau, \quad (3)$$

$$P(t) = \int_0^\infty u(\tau, t) d\tau. \quad (4)$$

Задача (1)-(4) относится к классу лимитированных популяционных моделей для любых функций $a(P), c(P)$, за исключением случая $a(P) = \text{const}$, $c(P) = \text{const}$.

Из (3) следует, что особи популяции $u(\tau, t)$ более воспроизводительные в нулевом возрасте.

Будем также считать, что

$$\lim_{\tau \rightarrow \infty} u(\tau, t) = 0, \text{ при } t > 0, \quad (5)$$

т.е. в популяции $u(\tau, t)$ нет особей бесконечного возраста.

Запишем уравнение (1) в виде:

$$u_t = -u_\tau - a(P) \cdot u.$$

Интегрируя последнее уравнение по всем возрастам и вводя обозначение

$$R(t) = \int_0^\infty e^{-\alpha\tau} u d\tau, \text{ получим:}$$

$$P'(t) = c(P)R(t) - a(P)P.$$

Умножив уравнение (1) на $e^{-\alpha\tau}$ и интегрируя по переменной τ , имеем:

$$\int_0^\infty e^{-\alpha\tau} u_t d\tau = - \int_0^\infty e^{-\alpha\tau} u_\tau d\tau - a(P) \int_0^\infty e^{-\alpha\tau} u d\tau.$$

Отсюда, учитывая, что

$$\begin{aligned} \int_0^\infty e^{-\alpha\tau} u_t d\tau &= \frac{d}{dt} \int_0^\infty e^{-\alpha\tau} u d\tau = R'(t), \\ \int_0^\infty e^{-\alpha\tau} u_\tau d\tau &= -u(0, t) + \alpha \cdot R(t) = -c(P)R(t) + \alpha \cdot R(t), \end{aligned}$$

получим:

$$R'(t) = [c(P) - \alpha - a(P)] \cdot R(t).$$

Таким образом, решение задачи (1)-(4) эквивалентно решению системы дифференциальных уравнений относительно функций $P(t), R(t)$:

$$\begin{cases} P'(t) = -a(P)P + c(P)R, \\ R'(t) = [c(P) - \alpha - a(P)]R, \\ P(0) = P_0, R(0) = R_0, \end{cases} \quad (6)$$

$$\text{где } P_0 = \int_0^{\infty} \varphi(\tau) d\tau, \quad R_0 = \int_0^{\infty} e^{-\alpha\tau} \varphi(\tau) d\tau. \quad (7)$$

Вводя обозначение $Q(t) = R(t)/P(t)$ и учитывая, что $R'(t) = Q'(t)P(t) + Q(t)P'(t)$, перепишем систему (6) в виде:

$$\begin{cases} P'(t) = -a(P)P + c(P) \cdot PQ, \\ Q'(t) = [c(P) - \alpha]Q - c(P)Q^2, \\ P(0) = P_0, \quad Q(0) = R(0)/P(0) = Q_0. \end{cases} \quad (8)$$

Предположим, для наглядности вычислений:

$$a(P) = a_0 \cdot P, \quad c(P) = c_0, \quad \text{где } a_0 = \text{const} > 0, \quad c_0 = \text{const} > 0.$$

Тогда система (8) примет вид:

$$\begin{cases} P'(t) = -a_0 P^2 + c_0 PQ, \\ Q'(t) = (c_0 - \alpha)Q - c_0 Q^2, \\ P(0) = P_0, \quad Q(0) = Q_0. \end{cases} \quad (9)$$

Решая систему уравнений (9), находим:

$$Q(t) = \frac{(c_0 - \alpha)Q_0 \cdot \exp\{(c_0 - \alpha)t\}}{c_0 Q_0 [\exp\{(c_0 - \alpha)t\} - 1] + (c_0 - \alpha)} \quad (10)$$

$$P(t) = \frac{P_0 \cdot \exp\left\{c_0 \cdot \int_0^t Q(z) dz\right\}}{a_0 P_0 \cdot \int_0^t \exp\left\{c_0 \cdot \int_0^{z_1} Q(z) dz\right\} dz_1 + 1} \quad (11)$$

Итак, решение системы (9) однозначно определяется формулами (10), (11).

Система (9) допускает решение $P(t) = Q(t) = 0$. Справедлива следующая теорема.

Теорема 1. Пусть $c_0 - \alpha > 0$. Тогда нулевое решение $P = Q = 0$ системы (9) не устойчиво.

Помимо решения $P = Q = 0$, система (9) имеет также решение:

$$Q(t) = \frac{c_0 - \alpha}{c_0}, \quad P(t) = \frac{c_0 - \alpha}{a_0},$$

которое является ненулевым стационарным состоянием. Это стационарное решение является асимптотически устойчивым.

2. Математическая модель Мак-Кендрика с глобальной возрастной структурой как модель лейкозного кроветворения

Учет возрастной структуры кроветворных клеток является одним из существенных моментов модели гемопоэза для анализа лучевой патологии. Успешный анализ на основе такой модели пострадиационного кроветворения позволяет надеяться на результативность аналогичных модельных построений при исследовании других гематологических заболеваний.

Модель, описывающая динамику клеток, должна учитывать размножение и созревание. Для этих целей может быть использовано следующее уравнение:

$$u_{\tau} + u_t = \alpha(\tau, t)u,$$

где $u(\tau, t)$ – численность созревающих клеток возраста τ в момент времени t , $\alpha(\tau, t)$ – удельная скорость пролиферации клеток возраста τ в момент времени t .

Согласно имеющимся представлениям о механизмах регуляции в системе крови, коэффициент $\alpha(\tau, t)$ можно представить в виде:

$$\alpha(\tau, t) = \frac{m}{1 + a \int_0^l u(\tau, t) d\tau},$$

где m – максимальная скорость пролиферации клеток;

a – коэффициент межклеточного взаимодействия;

l – полное время созревания клеток.

С учетом сказанного выше, математическую модель лейкозного кроветворения можно описать задачей:

Задача 1. В области $\Omega = \{(\tau, t): 0 < \tau < l, 0 < t < T\}$ рассмотрим задачу:

$$u_{\tau} + u_t = \frac{m}{1 + a \int_0^l u(\tau, t) d\tau} \cdot u, \quad (12)$$

$$u(\tau, 0) = \varphi(\tau), \quad (13)$$

$$u(0, t) = \int_0^l c(\tau) u(\tau, t) d\tau, \quad (14)$$

где $\varphi(\tau)$ – функция начального возрастного распределения клеток, $c(\tau)$ – коэффициент размножения.

Будем искать решение уравнения (12) в виде:

$$u(\tau, t) = v(\tau, t) \cdot P(t), \quad (15)$$

где $P(t) = \int_0^l u(\tau, t) d\tau$ – общая численность лейкозных клеток.

Подставив (15) в (12), находим:

$$\frac{v_{\tau}}{v} + \frac{v_t}{v} + \frac{P'}{P} = \frac{m}{1 + aP}.$$

Аналогично, из условий (13), (14) получим:

$$v(\tau, 0) = \frac{u(\tau, 0)}{P(0)} = \frac{\varphi(\tau)}{\int_0^l \varphi(\tau) d\tau} = \varphi_1(\tau).$$

$$v(0, t) = \frac{u(0, t)}{P(t)} = \frac{\int_0^l c(\tau) v(\tau, t) \cdot P(t) d\tau}{P(t)} = \int_0^l c(\tau) v(\tau, t) d\tau.$$

Таким образом, функции $v(\tau, t)$, $P(t)$, задающие решение задачи (12)-(14), должны удовлетворять задачам:

$$v_\tau + v_t = 0,$$

$$(V): v(\tau, 0) = \varphi_1(\tau),$$

$$v(0, t) = \int_0^l c(\tau) v(\tau, t) d\tau,$$

$$(P): P' = \frac{m \cdot P}{1 + aP},$$

$$P(0) = P_0,$$

$$\text{где } P_0 = \int_0^l \varphi(\tau) d\tau.$$

Преимущество приведенной схемы заключается в том, что она дает возможность определения общей концентрации созревающих лейкозных клеток из решения более простой задачи P . Исследуем эту задачу.

Задача (P) эквивалентна уравнению:

$$P \cdot e^{a(P-P_0)} = P_0 e^{mt}. \quad (16)$$

Стационарные состояния модели (P) совпадают с неотрицательными решениями уравнения:

$$m \cdot P = 0.$$

Это возможно в двух случаях:

1) При $m=0$. Это условие означает, что в популяции нет никакой пролиферации, и общая численность популяции остается неизменной, $P(t) = P_0$.

2) При $P=0$. В этом случае общая численность лейкозных стволовых клеток равна нулю.

Если считать, что коэффициент межклеточного взаимодействия $a=0$, то из (16) следует, что:

$$P(t) = P_0 \cdot e^{mt}.$$

Следовательно, общая численность популяции растет экспоненциально.

Теорема 2. Пусть выполнены условия:

$$1) \varphi_1(\tau) \in C'[0, l]; \quad c(\tau) \in C[0, l]$$

$$2) \varphi_1(0) = \int_0^l c(\tau) \varphi_1(\tau) d\tau.$$

Тогда задача (V) имеет единственное регулярное решение.

3. Лимитированная модель Мак-Кендрика с глобальной возрастной структурой

В области Ω рассмотрим теперь уравнение:

$$u_\tau + u_t = \frac{m}{1 + a \int_0^l u(\tau, t) d\tau} u - \delta u(\tau_0, t), \quad (17)$$

где m, a, δ — заданные постоянные; $\tau_0 \in [0, l]$.

Уравнение (17) относится к классу моделей с глобальной возрастной структурой.

Задача 2. Найти непрерывное решение уравнения (17), удовлетворяющее условиям (13), (14).

Будем искать решение уравнения (17) в виде (15).

Подставив (15) в уравнение (17), находим:

$$\frac{v_\tau}{v} + \frac{v_t}{v} + \frac{P'}{P} = \frac{m}{1 + aP} - \delta \frac{v(\tau_0, t)}{v}. \quad (18)$$

Учитывая (15), условия (13), (14) запишем в виде:

$$v(\tau, 0) = \frac{u(\tau, 0)}{P(0)} = \frac{\varphi(\tau)}{\int_0^l \varphi(\tau) d\tau} = \varphi_1(\tau). \quad (19)$$

$$v(0, t) = \frac{u(0, t)}{P(t)} = \frac{\int_0^l c(\tau) v(\tau, t) P(t) d\tau}{P(t)} = \int_0^l c(\tau) v(\tau, t) d\tau. \quad (20)$$

Таким образом, функции $v(\tau, t)$, $P(t)$, задающие решение задачи 2, должны удовлетворять задачам:

$$v_\tau + v_t = -\delta v(\tau_0, t), \quad (21)$$

$$(V): \quad v(\tau, 0) = \varphi_1(\tau), \quad (22)$$

$$v(0, t) = \int_0^l c(\tau) v(\tau, t) d\tau. \quad (23)$$

$$(P): P' = \frac{mP}{1 + aP},$$

$$P(0) = P_0.$$

$$\text{где } P_0 = \int_0^l \varphi(\tau) d\tau, \quad \varphi_1(\tau) = \frac{\varphi(\tau)}{P_0}.$$

Задача (P) эквивалентна уравнению (16).

Исследуем задачу (V). Рассмотрим сначала локальную задачу, когда условие (23) имеет вид:

$$v(0, t) = \psi(t), \quad (24)$$

где $\psi(t)$ — известная функция.

Обращая оператор $Lv = v_\tau + v_t$ из уравнения (21), находим:

$$v(\tau, t) = \begin{cases} \chi(\tau - t) - \delta \int_0^t v(\tau_0, s) ds, & \tau \geq t, \\ \chi(t - \tau) - \delta \int_0^t v(\tau_0, s) ds, & \tau < t, \end{cases} \quad (25)$$

где $\chi(z)$ — произвольная, непрерывно дифференцируемая функция.

Согласовав (25) с условиями (22), (24), получим:

$$v(\tau, t) = \begin{cases} \varphi_1(\tau - t) - \delta \int_0^t v(\tau_0, s) ds, & \tau \geq t, \\ \psi(t - \tau) - \delta \int_{t-\tau}^t v(\tau_0, s) ds, & \tau < t, \end{cases} \quad (26)$$

Пусть $\tau \geq t$. Считая $\tau = \tau_0$, из (26) имеем:

$$v(\tau_0, t) = \varphi_1(\tau_0 - t) - \delta \int_0^t v(\tau_0, s) ds.$$

Вводя обозначение $v(\tau_0, t) = v_0(t)$, перепишем последнее уравнение в виде:

$$v_0(t) = \varphi_1(\tau_0 - t) - \delta \int_0^t v_0(s) ds.$$

Дифференцируя, получим:

$$v_0'(t) = \varphi_1'(\tau_0 - t) - \delta v_0(t). \quad (27)$$

Решая (27), находим:

$$v_0(t) = \left(K + \int_0^t \varphi_1'(\tau_0 - s) e^{-\delta s} ds \right) e^{-\delta t}. \quad (28)$$

Учитывая, что $v_0(0) = \varphi_1(\tau_0)$, получим: $K = \varphi_1(\tau_0)$. Подставив в (28), имеем:

$$v_0(t) = \left(\varphi_1(\tau_0) + \int_0^t \varphi_1'(\tau_0 - s) e^{-\delta s} ds \right) e^{-\delta t}.$$

Таким образом:

$$v(\tau, t) = \varphi_1(\tau_0 - t) - \delta \left(\int_0^t \left(\varphi_1(\tau_0) + \int_0^z \varphi_1'(\tau_0 - s) e^{-\delta s} ds \right) e^{-\delta z} dz \right), \quad \tau \geq t.$$

Или:

$$v(\tau, t) = \varphi_1(\tau_0 - t) + \delta \varphi_1(\tau_0) (e^{-\delta t} - 1) - \delta \int_0^t \int_0^z \varphi_1'(\tau_0 - s) e^{\delta(s-z)} ds dz, \quad \tau \geq t. \quad (29)$$

Пусть $\tau < t$. Считая $\tau = \tau_0$, из (26) имеем:

$$v_0(t) = \psi(t - \tau_0) - \delta \int_{t-\tau_0}^t v(\tau_0, s) ds.$$

Дифференцируя, получим:

$$v_0'(t) = \psi'(t - \tau_0) - \delta v_0(t) + \delta v_0(t - \tau_0). \quad (30)$$

Уравнение (30) представляет собой дифференциальное уравнение с запаздывающим аргументом.

Так как при $\tau \geq t$ решение задачи (21), (22), (24) задается формулой (29), то будем считать, что начальное условие для уравнения (30) задается на отрезке $[0, \tau_0]$, т.е.:

$$v_0(t) = \mu_0(t), \quad \text{при } 0 \leq t \leq \tau_0. \quad (31)$$

Наиболее естественным методом решения задачи (30), (31) является так называемый метод шагов (или метод последовательного интегрирования), заключающийся в том, что непрерывное решение $v_0(t)$ рассматриваемой задачи определяется из дифференциальных уравнений без запаздывания. Т.к. решение задачи на отрезке $[0, \tau_0]$ существует и оно равно начальной функции $\mu_0(t)$, то при $t \in [\tau_0, 2\tau_0]$ уравнение (30) примет вид:

$$v_0'(t) = \psi'(t - \tau_0) - \delta v_0(t) + \delta \mu_0(t - \tau_0), \quad v_0(t + \tau_0) = \mu_1(t + \tau_0). \quad (32)$$

При $t \in [n\tau_0, (n+1)\tau_0]$:

$$v'_0(t) = \psi'(t - \tau_0) - \delta v_0(t) + \delta \mu_n(t - \tau_0), \quad v_0(t + n\tau_0) = \mu_n(t + n\tau_0). \quad (33)$$

где $\mu_j(t)$ — решение рассматриваемой начальной задачи на отрезке $[t + (j-1)\tau_0, t + j\tau_0]$.

Рассмотрим теперь нелокальную задачу (V). Перепишем нелокальное условие (23) в виде:

$$v(0, t) = \int_0^t c(\tau) v(\tau, t) d\tau + \int_t^l c(\tau) v(\tau, t) d\tau.$$

Отсюда, учитывая (29), получим:

$$v(0, t) = \int_0^t c(\tau) v(\tau, t) d\tau + f(t). \quad (34)$$

где:

$$f(t) = \int_t^l c(\tau) \left[\varphi_1(\tau_0 - t) + \delta \varphi_1(\tau_0) (e^{-\delta t} - 1) - \delta \int_0^t \int_0^z \varphi'_1(\tau_0 - s) e^{\delta(s-z)} ds dz \right] d\tau, \quad \tau \geq t.$$

Считая $\tau = \tau_0$, из (25) имеем:

$$v(\tau_0, t) = \chi(t - \tau_0) - \delta \int_0^t v(\tau_0, s) ds.$$

Аналогично, при $\tau = 0$, получим:

$$v(0, t) = \chi(t) - \delta \int_0^t v(\tau_0, s) ds.$$

Таким образом,

учитывая (34) и последнее выражение, получим:

$$\begin{cases} v(\tau_0, t) - \delta \int_0^t v(\tau_0, s) ds = \chi(t - \tau_0), \\ \chi(t) - \int_0^t c(t - \tau) \chi(\tau) d\tau = \delta \int_0^t v(\tau_0, s) ds \left(1 - \int_0^t c(\tau) d\tau \right) + f(t). \end{cases} \quad (35)$$

Следовательно, при $\tau > t$ решение задачи (V) эквивалентно решению системы интегральных уравнений (35) относительно интенсивности рождения новых особей $\chi(t)$ и численности популяции возраста τ_0 , т.е. $v(\tau_0, t)$.

Литература и примечания:

- [1] Hoppensteadt F. An age dependent epidemic model. I. Franklin inst., 1974. V. 291. P. 325-333.
- [2] Busenberg S., Yanelli M. A class of nonlinear diffusion problems in age – dependent population dynamics. I. of nonlin. anal. theory and appl. № 5. 1983. P. 501-529.

© А.А. Кайгермазов, Ф.Х. Кудаева, Т.Х. Сайег, 2014

**С.Б. Кобылкин,
В.И. Брусова,**

*ЛФ ФГБОУ ВПО «ГОСУНИВЕРСИТЕТ-УНПК»,
г. Ливны*

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ АВТОСТРАХОВАНИЯ В ГОРОДЕ ЛИВНЫ

Актуальность научной работы обусловлена тем, что опыт развития цивилизованных стран показывает, что самый надежный способ компенсации ущерба, связанных с рисками, – это страхование, которое является важным стратегическим сектором экономики страны. Создание эффективной системы страхования как важнейшего компонента финансовой инфраструктуры экономики страны позволяет обеспечивать условия и возможности для развития предпринимательской деятельности. Основу такого вида деятельности в России и других рыночных странах составляют страховые организации. Однако уровень развития страхования в нашей стране нельзя считать достаточным, поскольку он не обеспечивает потребностей в страховой защите общества.

Страхование – система страховой защиты от возможного наступления различного рода рисков. Оно представляет собой способ возмещения страховщиком убытков пострадавшим путем их распределения между всеми страхователями. Страховщик формирует за счет страховых взносов всей совокупности страхователей страховой фонд, средства которого при наступлении страховых событий направляет на страховые выплаты. Отсюда, страховщик является лишь посредником в этой системе отношений, причем на его ответственности длительный период времени находятся большие суммы денежных средств [3, с. 96].

Практика страхования средств транспорта на российском страховом рынке предусматривает, среди прочих, следующие риски, принимаемые на страхование автомобилей:

- обязательное страхование гражданской ответственности (ОСАГО);
- полное КАСКО (автокаско) – страхование автомобиля от «Ущерб» и «Хищения» [1].

Рассмотрим автострахование в городе Ливны. Для анализа возьмем несколько компаний: «УралСиб», «Ингосстрах», «Росгосстрах», «Российский сельскохозяйственный банк» (РСХБ), «Югория».

Приобретение КАСКО зависит от факторов, к которым относятся: год выпуска автомобиля, его техническое состояние, марка автомобиля, первоначальная стоимость, наличие сигнализации.

Приобретение ОСАГО – это неизбежное условие для любого

автовладельца, его стоимость рассчитывают по установленной в законодательном порядке схеме [2]. Таким образом, можно вывести формулу для расчета страховой премии (формула 1):

$$Stp = A \cdot k_t \cdot k_{sv} \cdot k_{vs} \cdot k_{si} \cdot k_{kk} \cdot k_m \cdot k_{gn}, \quad (1)$$

где А – базовая ставка;

k_t – территории преимущественного использования транспортного средства;

k_{sv} – наличия или отсутствия страховых выплат;

k_{vs} – возраста и стажа водителя;

k_{si} – сезонного использования транспортного средства;

k_{kk} – краткосрочного страхования;

k_m – мощности двигателя автомобиля;

k_{gn} – применяемый при грубых нарушениях условий страхования.

Применяя эту формулу, рассчитаем страховую премию для следующих автомобилей (таблица 1):

Таблица 1 – Характеристики автомобилей для автострахования

Марка	Год выпуска	Мощность / грузоподъемность	Стоимость автомобиля, т. руб.
Камаз 55102	2008	8 тонн	700
BA3 2107	2008	75 л/с	75
Volkswagen Passat	2008	158 л/с	580

Возраст автовладельца 21 год, имеет стаж 3 года.

У каждой страховой компании свои условия страхования, свои программы для отечественных и импортных автомобилей. В данной работе был исследован рынок автострахования города Ливны (таблица 2).

Таблица 2 – Анализ условий рынка автострахования в городе Ливны

Марка автомобиля	ОСАГО (руб.)	КАСКО (руб.)
Страховая группа «УРАЛСИБ»		
Камаз 55102	5832	37081
BA3 2107	3920,40	25575
Volkswagen Passat	5702,40	198942
Страховая компания «Ингосстрах»		
Камаз 55102	2268	42784
BA3 2107	2439,36	23904
Volkswagen Passat	3548,16	140244
«Росгосстрах»		
Камаз 55102	1417,5	41440
BA3 2107	1525	9000
Volkswagen Passat	2079	77000
ЗАО СК «РСХБ-Страхование»		

Камаз 55102	–	23000
BA3 2107	–	24514
Volkswagen Passat	–	–
Государственная страховая компания «Югория»		
Камаз 55102	2551,5	25782
BA3 2107	2744,28	19805
Volkswagen Passat	3991,68	74369

Наиболее оптимальный вариант по авто «КАСКО» предложила компания «Югория», а по авто «ОСАГО» – компания «Россгосстрах». Их тарифы оказались самыми подходящими для автовладельцев города Ливны.

Автострахование является основным источником роста страховых сборов и увеличения доли рынка для российских страховых компаний. Таким образом, страховщики, нацеленные на рост капитализации, вынуждены делать ставку на добровольное автострахование [3, с. 251].

Ведущие страховые компании стремятся занять устойчивое положение именно в дорожных сегментах автопарка. Однако «премиальная» клиентура предъявляет повышенные требования к уровню сервиса (в том числе, ко времени, необходимому для общения со страховщиком и урегулирования убытков), брэнду и внешним атрибутам страховой компании. Большинство игроков в настоящее время не способны поддержать требуемое клиентами конкурентное предложение и могут укрепиться в «премиальном» сегменте только за счет снижения тарифов до уровня, когда различия между сегментами нивелируются.

Поэтому компании, не имеющие возможности работать в прибыльных сегментах, пытаются разрешить проблему нерентабельности «массового» рынка в первую очередь за счет построения профессиональных процессов андеррайтинга и урегулирования убытков, а также позиционирования. Во-первых, они «отсекают» наиболее убыточные категории клиентов (например, молодых водителей, автомобили старше 10 лет, определенные марки автомашин) за счет запретительных тарифов и низкого (иногда нулевого) комиссионного вознаграждения агентам и брокерам.

Во-вторых, страховщики пытаются оптимизировать бизнес-процесс урегулирования убытков с тем, чтобы снизить уровень мошенничества и долю удовлетворенных запросов о выплате убытков.

В-третьих, некоторые страховщики начинают задумываться о позиционировании. Отдельные средние и малые игроки, используя свою экспертизу и накопленную статистику, пытаются найти емкие специфичные «ниши», убыточность в которых ниже, чем по сегменту автопарка в целом.

Вследствие относительно короткой (10-15 лет) истории российского рынка автострахования и, соответственно, скромного размера накопленной статистической информации страховщики пока только начинают искать такие ниши, во многом используя интуитивный подход [2].

По данным Российского союза автостраховщиков, за 2012 год страховщики выплатили около 53% от собранных страховых премий, в 2013 году страховщики увеличили сборы по сравнению с 2012 годом на 14%, а выплаты составили 51,2%. На текущий момент ОСАГО гораздо выгоднее для страховщиков по сравнению с КАСКО, поэтому стоны по поводу отказа от ОСАГО не имеют ничего общего с реальностью.

Литература и примечания:

[1] Аудит страховых компаний: практическое пособие для страховых аудиторов и страховых организаций / Под ред. В.И. Рябикина. – М.: Финстатинформ, 2008. – 128 с.

[2] Архипов А.П., Гомелля В.Б., Туленты Д.С. Страхование. Современный курс. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 415 с.

[3] Страхование от А до Я: книга для страхователей / Под ред. Л.И. Корчевской, К.Е. Турбиной. – М.: Инфра, 2008. – 624 с.

© С.Б. Кобылкин, В.И. Брусова, 2014

**Д.В. Косенко,
С.И. Горлицкая,
СЗИП СПГУТД,
г. Санкт-Петербург**

ИНТЕРАКТИВНАЯ ИНСТАЛЛЯЦИЯ ПО КАРТИНЕ ЯНА СТЕНА «ТЕЧЕНИЕ ЖИЗНИ»

Стен Ян (Steen Jan) (около 1626-1679) – известный голландский живописец, художник, изображавший в своих полотнах преимущественно бытовые сцены. Картины художника наполнены острой социальной сатирой, грубоватым, но добродушным народным юмором, мастерством в передаче деталей обстановки и одежды.

«Течение жизни» (1665-1667, Маурицхейс, Гаага)

Картина голландского художника-жанриста Яна Стена «Течение жизни» также известна под названием «Жизнь человеческая». Несмотря на то, что сцена насыщена персонажами, работа художника совсем не крупных размеров. Тщательно прописанные Яном Сленом мельчайшие детали повседневного бюргерского бытия послужили основой для интерактивного анимирования.

Интерактив в картине

Для получения информации о картине необходимо навести курсор на знак информации. Для реализации был использован код:

```
this.createEmptyMovieClip("okno", 1);  
okno.createTextField("field",0,0,0,230,300);
```

```
okno.field.type = "static";  
okno.field.variable = "okartine"  
okno.field.textColor = 0x000000;  
okno.field.background = true;  
okno.field.background = 0xFFFFFF;  
okno.field.border = true;
```

```
txtstyle = new TextFormat();  
txtstyle.size = 12;  
txtstyle.align = "center";
```

```

txtstyle.font = "comfortaa";

okno.field.setNewTextFormat(txtstyle);
okno._visible = 0;

this.onMouseMove = function(){
    if(okno_status){
        okno._visible = true;
        okno._x = _xmouse;
        okno._y = _ymouse-25;
        okno.okartine = mytext;
    } else{
        okno._visible = false; }
}
button.onRollOver = function(){
    _root.okno_status = true
    mytext = "Картина голландского художника \nЯна Стена «Течение жизни».
Размер \nкартины 68 x 82 см, холст, \nмасло. Эта картина живописца \nтакже
известна под названием \n«Жизнь человеческая». Несмотря на \nсвой
панорамный вид, эта работа \nхудожника совсем не очень \nкрупных размеров.
Но удивляет, \nкак тщательно прописаны Яном \nСтеном мельчайшие детали
\nповседневного бюргерского бытия, \nначиная от приготовления устриц
\nмолоденькой служанкой и игры \nмаленького мальчика с кошкой до \nвыпивох
в дальнем углу зала и \nприсунка персидского ковра."
}
button.onRollOut = function(){
    _root.okno_status = false;
}

```

В центре мы видим седовласого мужчину, при накате мышкой на руку которого видно, что он протягивает устрицу женщине в чепчике. Она, в свою очередь, качает головой и протягивает руку.

При накате мышкой на руку бродячего музыканта мы слышим аккорд и видим, как его правая рука проходит по струнам, а левая – скользит по грифу.

Если навести курсор на женщину за столом, то мы увидим, что она рассмеется «вслух» и рассмешит своего собеседника (он качает головой ей в ответ).

Около стола сидит мальчик, который играет с котенком. При накате мышки на руку мальчика мы видим, что он взмахивает ложкой над котенком, а тот, в свою очередь, качает головой и мяукает.

При наведении курсора на корзину, которую держит в левой руке мальчик в красной шапочке, из нее выпадает один персик.

При положении курсора в области окна в комнате станет светлее: лучи солнца озарят её часть. Код для реализации этого эффекта:

```

var __alpha:Number = 10;
var __go:Number = 10;
var __sun:MovieClip = sun;
__sun._alpha = __alpha;
__sun.onRollOver = function() {

```

```
__sun.onEnterFrame=function(){  
    __sun._alpha=100}}
```

Клетка качнётся, и мы услышим щебет птиц, которые там обитают, при наведении мыши.

Мужчина у окна покачивает рукой и ногой.

Если навести на собаку, она залает, и на это отреагирует попугай: он хлопнет крыльями и закричит.

Мужчина, сидящий в темном углу рядом с собакой, режет что-то и качает головой.

Бородатый мужчина с девочкой на коленях, которая держит попугая, вдыхает аромат груши у себя в руке.

Молодая девушка в левом нижнем углу готовит устрицы, наливая что-то из бутылочки, устрица падает с её импровизированного столика.

Также если накатить курсором на большую ложку в котелке, она перемешает содержимое. Шляпа рядом с котелком немного сдвигается с места.

Нужно обратить внимание, что на стене за героями картины висят часы, если присмотреться, можно увидеть, что они показывают достоверное время, если навести курсор на стрелки, то мы услышим их тиканье на некоторое время.

Для этого:

```
_root.onEnterFrame = function(){  
    var now:Date = new Date();  
    var sec:Number = now.getSeconds();  
    var min:Number = now.getMinutes();  
    var prim:Number = now.getHours();  
    //повороты стрелок  
    sec_mc._rotation = sec*6;  
    var mr:Number = min*6 + sec/10;  
    min_mc._rotation = mr  
    prim_mc._rotation = prim*30 + (mr>0 ? mr : 180-mr)/12;  
}  
sec_mc.onRollOver=function(){  
    mus4.attachSound("tik");  
    sec_mc.play();  
    mus4.start(0,1);  
    mus4.setVolume(100);  
}
```

© Д.В. Косенко, С.И. Горлицкая, 2014

А.А. Лукинов
СКФУ,
г. Ставрополь

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАНЕТАРНЫХ ВОЛН РОССБИ В АТМОСФЕРЕ

Одной из причин глобальной циркуляции атмосферы и одним из ее проявлений являются планетарные волны. В атмосфере наблюдается

исключительно большое разнообразие волновых и вихревых движений, что обусловлено влиянием различных факторов и их взаимодействий на динамику атмосферы. Поэтому разработка математической модели волновых движений в атмосфере с учетом бароклинности, а также исследование скорости распространения планетарных волн Россби являются важными проблемами динамики атмосферы.

В данной работе получено новое аналитическое решение задачи устойчивости волн Россби.

Используя уравнение потенциальной завихренности и уравнение неразрывности и пренебрегая вертикальными скоростями и ускорениями частиц воздуха, получим систему уравнений:

$$\frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2} - c^2 \nabla^2 \eta + f \cdot H \Omega - \beta H u = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\Omega - \frac{f \eta}{H} \right) + \beta v = 0 \quad (2)$$

Здесь $c = \sqrt{gH\alpha(-\Delta T)}$, $f = 2\omega_0 \sin \varphi$, $\beta = \frac{2\omega_0 \cos \varphi}{r_0}$

Будем искать решение этой системы в виде:

$$u = Ue^{-i\omega t}, \quad v = Ve^{-i\omega t}, \quad \eta = Ze^{-i\omega t}.$$

Отсюда получим дисперсионное соотношение в виде:

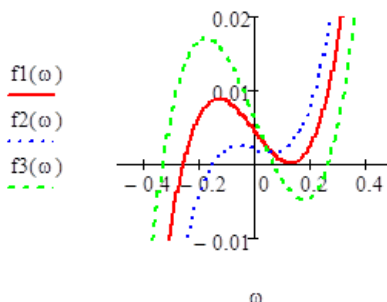
$$i\tilde{\omega}Y = \frac{\text{Bl}\alpha(-\Delta T)}{\cos \varphi} \cdot \frac{\left[in \frac{\partial}{\partial \varphi} (Y \sin \varphi) - in \sin \varphi \frac{\partial Y}{\partial \varphi} \right] + i\tilde{\omega} \left[\frac{\partial}{\partial \varphi} \left(\cos \varphi \frac{\partial Y}{\partial \varphi} \right) - \frac{n^2 Y}{\cos \varphi} \right]}{\sin^2 \varphi - \tilde{\omega}^2},$$

где $\text{Bl} = \frac{gH}{4\omega_0^2 r_0^2}$, $\tilde{\omega} = \frac{\omega}{2\omega_0}$

На экваторе дисперсионное соотношение принимает вид:

$$\tilde{\omega}^3 - n^2 \text{Bl}\alpha(-\Delta T) \tilde{\omega} + n \text{Bl}\alpha(-\Delta T) = 0 \quad (3)$$

Для различных значений моды n графики при $\Delta T = -2^\circ \text{C}$ выглядят следующим образом:



Из графика видно, что чем больше мода, тем больше по модулю отрицательный корень. Чем больше мода, тем дальше в разные стороны расходятся корни относительно критического значения, т.е. с увеличением моды один из положительных корней стремится к нулю, а другой растет. Другими словами, в пределе при больших модах мы будем иметь картину, изображенную на рисунке 1, когда имеем три волны: одна почти стоячая и две другие с равными и противоположными по знаку частотами.

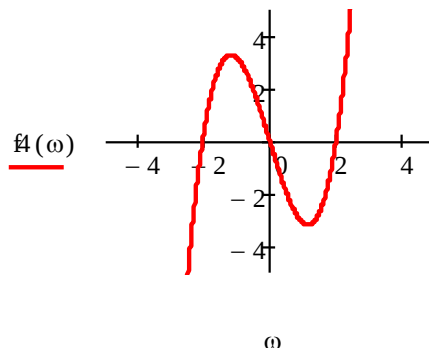


Рисунок 1. К определению корней уравнения (3) для моды $n = 100$.

© А.А. Лукинов, 2014

В.С. Масляев,
М.Е. Паршевникова,
А.А. Сидоров
 ТУСУР,
 г. Томск

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГРАЖДАН С ГОСУДАРСТВОМ ПОСРЕДСТВОМ ИНТЕРНЕТ-СЕРВИСОВ

Информационные технологии уже давно стали большой частью нашей жизни. Они активно используются в различных сферах жизнедеятельности. Не является исключением и система государственного управления. Одним из проявлений этого является активное проникновение властных институтов в интернет-пространство через разработку и постоянное наращивание функциональных возможностей своих сайтов. В частности, развиваются интернет-сервисы, упрощающие получение той или иной информации и позволяющие совершать определенные действия. Вместе с тем реальные и потенциальные пользователи не проявляют большого интереса к ним.

В рамках выявления возможных причин сложившегося положения дел целесообразно провести оценку некоторых интернет-сервисов. В качестве критериев предлагается использовать критерии доступности, простоты использования, наличия ограничения по доступу и основаниям отказа.

Территориальный фонд обязательного медицинского страхования

Томской области предоставляет сервис: проверка полиса ОМС. Данный сервис распространяется только на полисы, выданные страховыми компаниями Томской области, является открытым и бесплатным. Основанием для отказа служит некорректно введенная информация.

Федеральная миграционная служба предоставляет несколько сервисов: проверки на действительность российских паспортов, разрешений на работу и патентов иностранных граждан и лиц без гражданства, лицензий на трудоустройство граждан РФ за границей и т.п. Проверка осуществляется на основе идентификационных данных соответствующих документов. Кроме того, на сайте имеются возможности заполнения форм документов, необходимых для получения государственных услуг, предоставляемых службой, например, получение заграничного паспорта.

ГИБДД предоставляет несколько сервисов: проверка и оплата штрафов, водителя, автомобиля. Так, возможно получить информацию о штрафах и оплатить их. Для этого достаточно иметь данные о номере водительского удостоверения и государственном номере автомобиля. Информация предоставляется бесплатно в режиме реального времени. Основанием для отказа служит неполнота или некорректность данных.

Федеральная служба судебных приставов поддерживает сервис «Банк данных исполнительных производств». Он носит не только информационный характер, так как позволяет оплачивать штрафы онлайн. Доступ к нему бесплатный и свободный; происходит в режиме реального времени. Основанием для отказа служит неполнота данных.

Федеральная налоговая служба предоставляет сервис «Личный кабинет налогоплательщика». Для доступа к нему необходимо пройти авторизацию одним из двух способов: с помощью логина и пароля, указанных в регистрационной карте (ее можно получить лично в любой инспекции ФНС); с помощью электронной подписи / универсальной электронной карты. Сервис позволяет получить доступ к разной информации (объекты налогообложения налогоплательщика, сведения о справках по форме 2-НДФЛ и др.) и оплатить налоги. Основанием для отказа служит отсутствие ИНН. Кроме действий, совершаемых в кабинете налогоплательщика, на сайте ФНС можно узнать ИНН, проверить корректность заполнения счетов-фактур, узнать адрес и платежные реквизиты своей инспекции и др.

Пенсионный фонд России предоставляет сервис «Личный кабинет плательщика». Для доступа необходима авторизация, которую можно осуществить двумя способами: пройти предварительную регистрацию, подав заявку на получение доступа, или обратиться лично в территориальный орган фонда.

Центральная избирательная комиссия предоставляет несколько сервисов: «Личный кабинет избирателя», «Найди свой избирательный участок» и «Найди себя в списке избирателей». Для доступа к сервису «Личный кабинет избирателя» необходима регистрация, которую можно осуществить непосредственно на сайте, а остальные сервисы являются открытыми. Служат сервисы для получения необходимой информации для участия в выборах, а соответственно, и в политической жизни страны. Основанием для отказа служит неполнота или некорректность данных.

Большинство органов управления предоставляют сервис «Прием электронных обращений», являющийся бесплатным. Доступ к сервисам не

ограничен. Основанием для отказа может служить оформление обращения в виде, несоответствующем требованиям к обращениям граждан, закрепленным в действующем законодательстве.

Таблица 1 – Результаты анализа

Государственная структура	Сервис	Критерии		
		Доступность	Простота	Основания отказа
Территориальный фонд ОМС Томской области	Проверка полиса	Открытый	Простой	Полис страховой компании вне Томской области
Федеральная миграционная служба	Проверка паспорта	Открытый	Простой	Некорректность данных
	Проверка лицензий на трудоустройство	Открытый	Простой	Некорректность данных
ГИБДД	Проверка водителя	Открытый	Простой	Некорректность данных
	Проверка автомобиля	Открытый	Простой	Некорректность данных
	Проверка и оплата штрафов	Открытый	Простой	Некорректность данных
Федеральная служба судебных приставов	Банк данных исполнительных производств	Открытый	Простой	Некорректность данных
Федеральная налоговая служба	Личный кабинет налогоплательщика	Закрытый	Сложный	Отсутствие пароля для доступа
Пенсионный фонд России	Личный кабинет плательщика	Закрытый	Сложный	Отсутствие пароля для доступа
Центральная избирательная комиссия	Личный кабинет избирателя	Закрытый	Средний	Отсутствие пароля для доступа
	Найди себя в списке избирателей	Открытый	Простой	Некорректность данных

По данным Минкомсвязи России, наиболее популярны среди пользователей следующие сервисы: оплата штрафов ГИБДД, получение загранпаспорта, получение информации о наличии задолженности по налогам и их оплата.

Интернет-сервисы только начинают развиваться в данном секторе,

поэтому интерес к ним будет расти. Данный функционал может заменить необходимость личного обращения гражданина в соответствующий орган, полноценный механизм взаимодействия, обеспечивающий удовлетворение возникающих потребностей.

© В.С. Масляев, М.Е. Паршевникова, А.А. Сидоров, 2014

*Д.А. Мельникова,
Г.Н. Яговкин,
Е.Н. Яговкина,
ФГБОУ ВПО СамГТУ,
г. Самара*

ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ УРОВНЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА

Основным направлением развития производства является автоматизация. Принято считать, что чем выше степень автоматизации, тем производство менее опасное. Этот постулат является значимым, если оборудование особенно опасных производственных объектов работает в штатном режиме. В аварийном режиме зачастую превалирующим фактором является человеческий, т.к. техника не может полностью заменить человека. Именно человек ищет возможности для снижения последствий при опасности возникновения аварийной ситуации. Это зависит от возможности человека по восприятию информации, ее обработке и принятию наиболее эффективных решений. Характеристикой, определяющей возможности человека, является неопределенность.

Профессиональный риск формируется в результате взаимодействия человека с машиной. Неопределенность (энтропию) состояния системы человек-машина можно разбить на две составляющие:

- объективную, характеризующуюся случайными законами возникновения опасности при эксплуатации машины;
- субъективную, которая характеризуется психофизиологическими характеристиками человека.

От того, насколько объективно человек может оценить возникшую опасность, во многом зависит уровень аварийной опасности объекта управления. Очевидно, что объекты с незначительной кинетической энергией менее опасны для человека [1].

Элементы машины, каждый из которых формирует свою степень опасности $x_i(t)$ для человека, и энтропию, характеризующую психологические характеристики человека, связывает выражение:

$$H_i(t) = K_i x_i(t), \text{ бит}$$

Если на человека могут одновременно воздействовать несколько переменных состояния машин n , то субъективную несправедливость можно записать в виде:

$$H = \sum_{i=1}^n H_i(t), \text{ бит}$$

Человек, хорошо и правильно ориентирующийся в сложившейся обстановке, выделяет наиболее опасный фактор по k_i и реагирует на него путем уменьшения значения H_i , таким образом последовательно уменьшая составляющие неопределенности, стремится достигнуть условия (см. рис. 1):

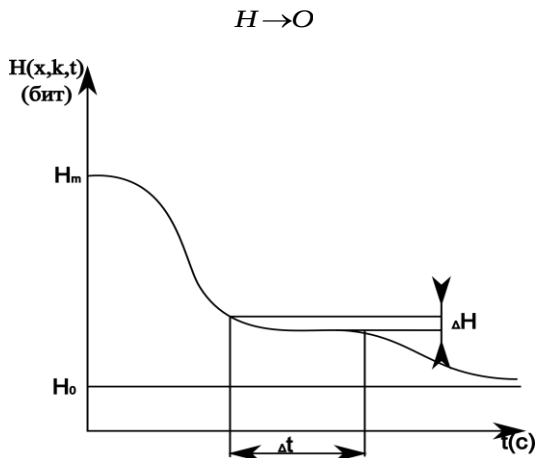


Рисунок 1 – Кроме действий, огромную роль играет и его быстроедействие, т.е. V – скорость снижения неопределенности

$$V_j = \frac{dH}{dt}, \text{бит/с}$$

Критерием оценки влияния звена человек-оператор на степень опасности может служить показатель отношения скорости снижения неопределенности человеком – V к величине остаточной неопределенности H_0 :

$$f_j = \frac{V_j}{H_0}, 1/c$$

Усреднив $f_j(t)$ за промежуток времени T , имеем:

$$f = \int_0^T f_j(t) dt, 1/c \quad (1)$$

Таким образом, мы получили интегральный критерий (1) оценки человека с позиции обеспечения безопасности, который учитывает скорость V_j , остаточную неопределенность H_0 , время T одновременно.

Этот критерий можно использовать в двух направлениях.

Первое учитывает сенсомоторную деятельность человека, основанную на приеме и анализе информации. В этом случае человек использует технические

средства для выработки решений. Тогда критерий (1) запишется в виде:

$$f = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{\Delta H_i}}{\sum_{i=1}^n T_i}^{1/c}$$

где $V = \frac{\Delta H}{T}$.

В этом случае $T = \Delta t$ (см. рис. 1).

Критерий f не учитывает динамику снижения энтропии (что снижает его точность), но он прост в реализации и в применении.

Реализация критерия в таком виде очень проста. И его можно использовать на производстве для экспресс-анализа.

Второе направление учитывает деятельность человека, который с помощью технических средств управляет производственными агрегатами и процессами, транспортными средствами и другими машинами. В этом случае мы получим интегральную оценку, и запись критерия f будет соответствовать формуле (1), т.е. в этом случае учитывается динамика процесса снижения энтропии. Реализация этого критерия более сложная, но несет больше информации о человеке и имеет большую точность.

Литература и примечания:

[1] Котик М.А. Психология и безопасность. 3-е изд. Рига: Валгус, 1989.

© Д.А. Мельникова, Г.Н. Яговкин, Е.Н. Яговкина, 2014

Д.И. Мифтахутдинов,

И.С. Ризаев

КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева,

г. Казань

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТНО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ ОБЪЕКТОВ

Рассмотрим задачу оценки вероятностно-временных характеристик при обнаружении объектов с учетом их двойного поиска: оператором – на изображении, соответствующем полю зрения устройства, и этим полем зрения – на местности. Первый вид поиска всегда случайный, второй может быть как случайным, так и регулярным. При этом в обоих случаях считается, что объект достоверно находится в зоне поиска.

При случайном поиске траектория носителя аппаратуры носит хаотический характер: в процессе поиска с одинаковой вероятностью могут обследоваться участки как уже просмотренные, так и несмотренные, т.е. полосы захвата аппаратуры могут перекладываться (рисунк 1).

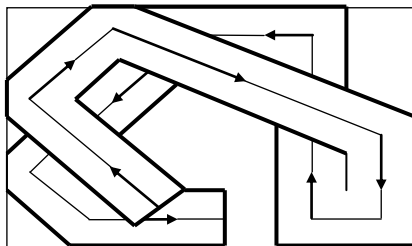


Рисунок 1 – Кинематика случайного поиска

Под регулярным, упорядоченным поиском понимается обследование местности с однократным попаданием каждой точки района в полосу захвата аппаратуры, исключающее повторное попадание в нее до конца просмотра всей зоны (рисунок 2). При необнаружении объекта после полного просмотра зоны она обследуется вторично – с другой ориентацией или смещением, при новой неудаче – в третий раз и так далее до возможного обнаружения объекта.

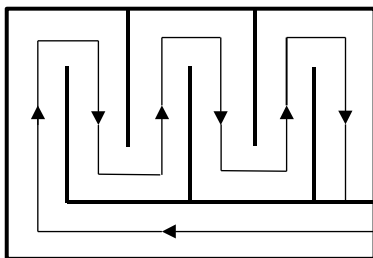


Рисунок 2 – Кинематика регулярного поиска

Поскольку возможное местоположение объектов обычно неизвестно, то при первичном поиске закон распределения объектов в зоне поиска принимается равномерным, причем в случае наличия в зоне нескольких объектов их координаты независимы друг от друга, т.е. поле объектов является пуассоновским. Это означает, что вероятность нахождения объекта в фиксированный момент времени в определенной области зависит только от геометрических характеристик этой области, но не от ее местоположения в зоне поиска объекта. Такое допущение, согласно известному принципу Джейнса, обеспечивает минимальный субъективизм получаемых оценок показателей эффективности аппаратуры разведки (в условиях неполноты исходных данных). Другое возможное распределение вероятных мест расположения объекта отвечает случаю, когда поиск организуется на основе данных о местонахождении объекта на определенный момент времени, после которого поступление данных прекратилось, например, вследствие появления помех. Это так называемый вторичный поиск, или поиск «по вызову».

Сформируем методику оценки показателей эффективности работы в динамическом режиме работы при обнаружении постоянно существующих объектов местности в условиях ограниченного времени поиска. Отметим, что

среднее время поиска объекта t_n на местности существует, только если при неограниченном увеличении времени поиска вероятность его успешного завершения равна 1. В иных случаях, когда неподвижный объект, например, слившийся с элементом фона, не обнаруженный посредством аппаратуры при данном контакте с ним, заведомо не будет обнаружен им и при последующих контактах, среднее время поиска не существует ($t_n \rightarrow \infty$).

В случае регулярного поиска величина t_n определяется формулой [1]:

$$t_n = \left(\frac{1}{P_\Sigma} - \frac{1}{2} \right) t_\kappa; \quad t_\kappa = S_\Sigma / S_1, \quad (1)$$

где t_κ – период контроля (патрулирования) зоны поиска, с.

Для сравнения отметим, что при случайном поиске объекта в зоне среднее время поиска составляет $t_n = t_\kappa / P_\Sigma$. При этом интенсивность поиска равна $n_1 = P_\Sigma / t_\kappa$ независимо от его кинематики. Отсюда вытекает, что в случае, когда среднее время поиска объекта t_n существует, между n_1 и t_n имеют место простые соотношения [1]:

$$t_n = \begin{cases} 1/n_1 - t_\kappa / 2 & \text{– регулярный поиск} \\ 1/n_1 & \text{– случайный поиск.} \end{cases} \quad (2)$$

Следовательно, регулярный непрерывный поиск объектов на местности в среднем завершается успехом быстрее, чем случайный, на время $t_\kappa / 2 = S_\Sigma / 2S_1$.

Однако наиболее адекватным показателем эффективности является интенсивность поиска. В отличие от среднего времени поиска объекта, данный показатель существует всегда и он не зависит от кинематики поиска.

При поиске постоянно существующего объекта для интенсивности поиска $n_1, \text{ с}^{-1}$, можно записать следующее общее выражение [2]:

$$n_1 = S_1 P_\Sigma / S_\Sigma; \quad P_\Sigma = P_\text{в} P, \quad (3)$$

где S_Σ – площадь зоны поиска, км^2 ;

S_1 – площадь, обследуемая устройством в единицу времени, $\text{км}^2/\text{с}$;

P_Σ – результирующая вероятность обнаружения объекта с учетом его поиска на изображении;

$P_\text{в}$ – вероятность визирования – вероятность того, что оператор в результате визуального поиска объекта на изображении за ограниченное время завизирует его, а времени этого визирования будет достаточно для его возможного обнаружения;

P – статическая вероятность обнаружения – вероятность того, что оператор, визируя объект, обнаружит его.

Результирующая вероятность обнаружения P_Σ может служить частным показателем эффективности с учетом визуального поиска объектов на изображении, соответствующем полю зрения канала (при условии, что объект присутствует в этом поле). Однако более общий и представительный показатель эффективности n_1 учитывает, в отличие от P_Σ , эффективность поиска объектов не только взором оператора на изображении, соответствующем полю зрения канала, но и самим каналом на местности. При этом предполагается, что объект, достоверно находящийся в зоне поиска, не обязательно присутствует в любой данный момент времени в поле зрения канала.

Литература и примечания:

[1] Верба В.С. Априорная оценка вероятностно-временных характеристик

обнаружения объектов комплексами космической разведки // Журнал «Радиотехника», издание № 2. – Изд-во «Радиотехника»: научно-техническая литература, 2006.

[2] Абчук В.А., Суздаль В.Г. Поиск объектов. – М.: Сов. радио, 1977.

© Д.И. Мифтахутдинов, И.С. Ризаев, 2014

*А.С. Михайлова,
С.И. Горлицкая,
СЗИП СПГУТД,
г. Санкт-Петербург*

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕРАКТИВНОЙ ИНСТАЛЛЯЦИИ КАРТИНЫ ИЕРОНИМА БОСХА «САД ЗЕМНЫХ НАСЛАЖДЕНИЙ»

«Сад земных наслаждений» – общепризнанный триптих Иеронима Босха, который назван по теме его центральной части.

На внешней поверхности закрытых створок художник изобразил Землю на третий день творения. Композиция левой створки посвящена рождению человека. В центральной части триптиха раскинулся Рай. На правой створке показан Ад.

В данной работе реализована интерактивная инсталляция центральной части триптиха Иеронима Босха.

С главной страницы можно перейти на 3 сцены. При наведении мыши эти сцены подсвечиваются. В правом верхнем углу расположена кнопка, при нажатии на которую открывается информация о картине.

Код:

```
btn_stage1.onRelease=function() {  
    gotoAndStop(2);}
```

1 сцена

При переходе на первую сцену мы видим, как сверху на людей падает клубника, постепенно увеличиваясь в размерах, со звуком падающего снаряда.

Код:

```
btn_people.onRollOver=function() {  
    var mus5:Sound = new Sound(this);  
    mus5.attachSound("bomb");  
    headofw.play();  
    mus5.start(0,1);  
    mus5.setVolume(100);  
    strawberry.onEnterFrame=function() {  
        this._height+=4, this._width+=4;  
        this._y+=30;  
        if (this._y>=2200) {  
            delete this.onEnterFrame;  
            delete btn_people.onRollOver; } }
```

Русалки с легким звоном покачиваются на волнах со звенящим звуком при наведении на них.

Люди, расположенные в центре сцены, проникают в яйцо.

Среди леса расположено дерево, при наведении на которое начинают вырастать новые деревья.

Код:

```
btn_tree.onRollOver = function() {  
    amount=20;  
    i=0;  
    while (amount>0) {  
        duplicateMovieClip (_root.tree, "tree2"+i, i);  
        setProperty ("tree2"+i,_x, random(800)+1750);  
        setProperty("tree2"+i, _y,random(500)+500);  
        i=i+1;  
        amount=amount-1;}  
    }
```

Рыба съедает предложенную приманку при наведении на нее.

2 сцена

Человек в лодке тонет (при наведении мышью на человека он уходит под воду со звуком плескающихся волн).

Плавающий человек тонет (при наведении мышью на воду человек тонет со звуком).

Из растения появляются люди (при наведении на растение из него появляются люди).

Жук шевелит усами (при наведении на них мышью).

Люди двигают ногами (при наведении мышью на одну из ног).

Появляются деревья (при наведении на одно из деревьев на заднем плане появляется лес).

Код:

```
btn_tree.onRollOver = function() {  
    amount=20;  
    i=0;  
    while (amount>0) {  
        duplicateMovieClip (_root.tree, "tree2"+i, i);  
        setProperty ("tree2"+i,_x, random(800)+1750);  
        setProperty("tree2"+i, _y,random(500)+500);  
        i=i+1;  
        amount=amount-1;}}
```

Люди ходят по воде (при наведении на пару людей они перемещаются вверх по воде со звуком).

Шар перемещается на клюве птицы (при наведении мышью на шар он начинает перемещаться).

3 сцена

Человек кивает головой (при накате мышью). Человек кивает головой и двигает рукой (при наведении мышью на голову или на руку).

Ежевика падает на голову человека (при наведении мышью на голову человека на него падает ежевика со звуком).

Синий цветок шевелится (при накате мышью).

Вишня падает на голову человека (при наведении мышью на голову падает вишня со звуком).

Камень улетает с области кадра (при наведении на него мышью).

При наведении мышью на стену из-за нее выглядывают люди. Голова – слива (при наведении на место, где должна находиться голова, вместо нее падает сверху слива). При наведении мышью на одну из ягод начинается шевеление всех.

Реализованная интерактивность делает восприятие картины более выразительным и привлекает внимание зрителей.

© А.С. Михайлова, С.И. Горлицкая, 2014

*А.П. Молева,
И.А. Чистодова,
ТУСУР,
г. Томск*

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МДМ-СТРУКТУР С МИКРОРЕЛЬЕФНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Для решения проблемы изготовления МДМ-катодов, а именно неоднородности электронной эмиссии по площади, была разработана технология формирования микрорельефа с регулярной структурой методом контактной фотолитографии. На очищенную кремниевую пластину напыляется молибден толщиной 0,2 мкм методом ионно-плазменного распыления. После напыления металла формируется микрорельеф в слое титана толщиной 0,4 мкм, который нанесен на структуру методом магнетронного распыления. Данный микрорельеф был изготовлен двумя методами: методом обратной и прямой контактной фотолитографии. Экспонирование фоторезиста проводилось через специально разработанный под данную технологию фотошаблон, представленный на рисунке 1, с диаметром отверстий 1,31 мкм и расстоянием между окнами 1,43 мкм. Изображения поверхности фотошаблона получены при помощи Raith 150^{two}. Повышением равномерности электронной эмиссии занимались авторы [1].

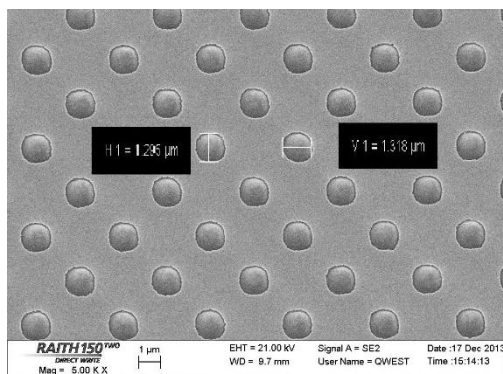


Рисунок 1 – Топология поверхности фотошаблона
(увеличение 5000 раз). Размер отверстий в фотошаблоне

На нижний электрод с полученной микроструктурой осаждается диэлектрическая плёнка SiO_2 плазмохимическим осаждением толщиной 0,3 мкм, и на нее напыляется плёнка алюминия путём термического испарения толщиной 0,2 мкм. Таким образом, получается МДМ-структура с регулярными микроостриями на нижнем электроде.

Для проведения контактной фотолитографии в работе были рассмотрены следующие марки фоторезистов: ФП-051Шу-0,5, AZ 1505, S1805 и произведен подбор фотолитографических режимов для различных фоторезистов.

По полученным экспериментальным результатам построен график зависимости толщины фоторезистов различных марок от скорости вращения ротора центрифуги, представленный на рисунке 2.

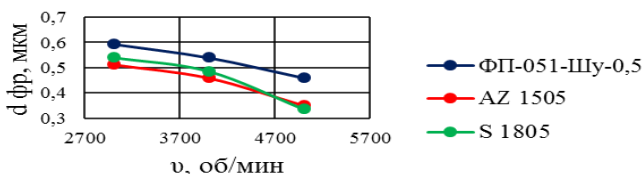


Рисунок 2 – Зависимость толщины фоторезиста от скорости его нанесения

Для того, чтобы по возможности более точно воспроизвести субмикронную топологию рисунка, наилучшим образом подходит ФП-051-Шу-0,5 со скоростью нанесения 5000 об/мин и с временем экспонирования 10 сек. Толщина фоторезиста составляет 0,459 мкм.

Для формирования микрорельефа в металле методом обратной фотолитографии был разработан технологический маршрут двухслойной резистивной технологии. Для получения наиболее точной субмикронной топологии рисунка рекомендуется использовать двухслойные маски ERP-40 – ФП-051Шу-0,5, так как у данного типа двухслойной маски наименьшая погрешность 7,8%, по сравнению с двухслойной маской с нижним слоем LOR 5B 40 – ФП-051Шу-0,5 11%.

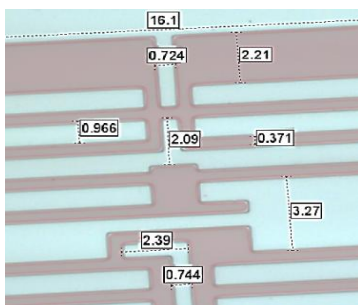


Рисунок 3 – Топология поверхности фотошаблона (увеличение 1000 раз)

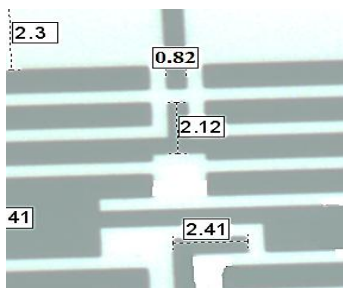


Рисунок 4 – Полученная резистивная двухслойная маска по технологии ERP-40-ФП-051Шу=0,5

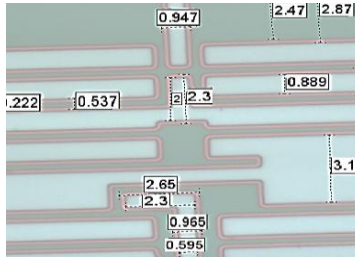


Рисунок 5 – Полученная резистивная двухслойная маска по технологии LOR 5B – ФП-051Шу-0,5

Исходя из этого, с помощью подобранных фотолитографических режимов выбранного типа фоторезиста и разработанного технологического маршрута двухслойной маски был сформирован микрорельеф в металле на нижнем электроде МДМ-структуры.

В двух способах микрорельеф получился упорядоченный. При помощи обратной фотолитографии плотность острий составляет 4×10^8 шт./см², микроострие (см. рисунок 6) представляет собой усеченную трапецию с размерами: высота 439 нм, диаметр верхнего основания 1,384 мкм, диаметр нижнего основания 1,83 мкм.

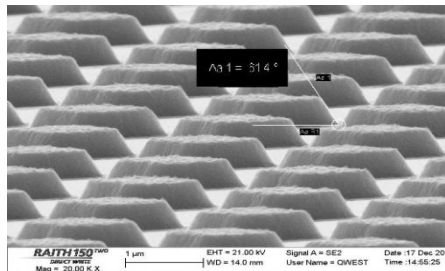


Рисунок 6 – Изображение микроострийного нижнего электрода МДМ-структуры, полученного методом обратной фотолитографии

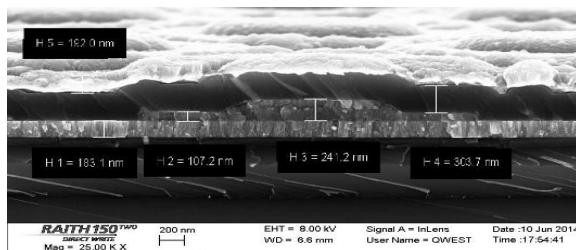


Рисунок 7 – Изображение МДМ-структуры с микрорельефной поверхностью нижнего электрода, полученной методом обратной фотолитографии

С использованием прямой фотолитографии микрорельеф представляет собой местами соединенные между собой пички, представленные на рисунке 8. Высота пиков 439 нм, расстояние между ними 1,5 мкм, диаметр нижнего основания 0,43 мкм. Плотность острий 16×10^8 шт./см².

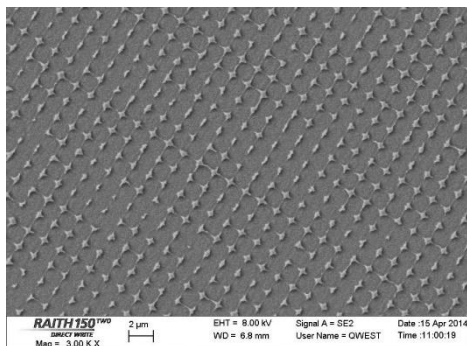


Рисунок 8 – Изображение микроострийного нижнего электрода МДМ-структуры, полученного методом прямой фотолитографии

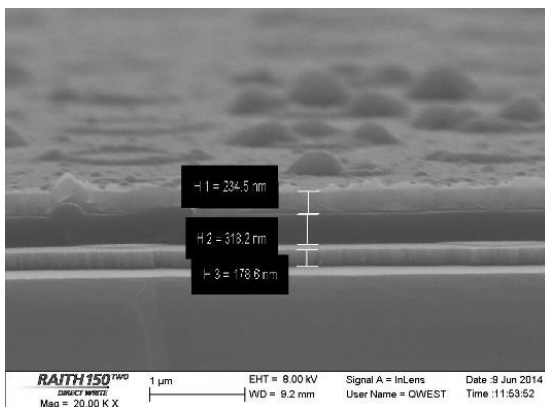


Рисунок 9 – Изображение МДМ-структуры с микрорельефной поверхностью нижнего электрода, полученной методом прямой фотолитографии

Из рисунков 6-7 и 8-9 видно, что методом обратной фотолитографии получен более совершенный микрорельеф с четко выраженной трапецевидной структурой.

Для получения наиболее точной субмикронной топологии рисунка рекомендуется использовать метод обратной фотолитографии, так как у данного метода наименьшая погрешность $\delta = 16,79\%$, по сравнению с методом прямой фотолитографии $\delta = 61,89\%$.

Разработанные технологии планируется использовать в производстве

устройств микромеханики, МДМ-катодов и наноантенн для массового производства в связи с их простотой и экономической выгодой. Полученные экспериментальные результаты представляют собой практическую ценность в сфере развития микро- и нанотехнологий. А также, в последующем, послужат базой для дальнейших теоретических и практических исследований.

Литература и примечания:

[1] Гребнева Ю.Ю. Исследование МДМ-катодов на гладких и наноострийных поверхностях / И.В. Кулинич, Ю.Ю. Гребнева // Материалы докладов всероссийской научно-технической конференции «Научная сессия ТУСУР-2010». – Томск: В-Спектр, 2010. – Ч. 2. – С.20-21.

[2] Троян П.Е. Электронные процессы в тонкопленочных структурах металл-диэлектрик-металл: моногр. д-ра техн. наук / Троян Павел Ефимович. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. – 180 с.

© А.П. Молева, И.А. Чистоедова, 2014

**Д.А. Назаров,
Д.М. Федоров,
А.Р. Самборук,**
СамГТУ,
г. Самара

СВС НАНОПОРОШКОВ КАРБИДА ТИТАНА И КАРБИДА КРЕМНИЯ В КАЧЕСТВЕ МОДИФИКАТОРА ЛИТЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Для того, чтобы обеспечить синтез наноразмерного карбида титана, предназначенного для ввода в расплав алюминия, были разработаны следующие программы.

В первом направлении проводились одновременно 2 реакции: $Ti+C$ (экзотермическая) и $Si+C$ (слабоэкзотермическая). Стехиометрия компонентов реакции была следующая:

– $Ti (80\%) + C (20\%) = TiC$

– $Si (70\%) + C (30\%) = SiC$

Количество введенной шихты карбида кремния составляло от 10% до 30% (масс).

Вторая программа предусматривает использование в качестве инертного разбавителя алюминия (Al). Во втором направлении базовая смесь $Ti+C$ состояла из стехиометрического титана 80% и углерода 20%. Затем для уменьшения размера зерна, синтезируемого TiC , в базовую смесь вводился алюминий в количестве от 10 до 40%.

При исследовании горения шихты составом $TiC + SiC$ ожидается образование наноразмерных частиц в связи с тем, что во время синтеза будут проходить 2 реакции: высокоэкзотермическая с участием $Ti+C$ и слабоэкзотермическая с участием $Si+C$. В результате часть тепла от реакции образования карбида титана будет забираться для протекания второй реакции, вследствие чего частицы образующегося карбида титана не будут укрупняться.

На рисунке 1 приведена зависимость скорости горения двойной шихты $TiC + SiC$.

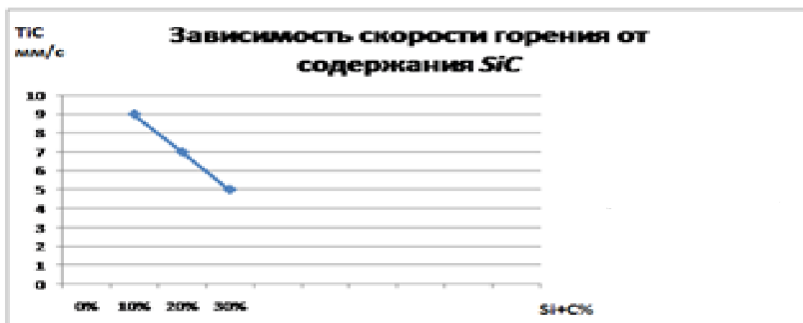


Рисунок 1 – Зависимость скорости горения от содержания $TiC + SiC$ при реализации встречного режима фильтрации

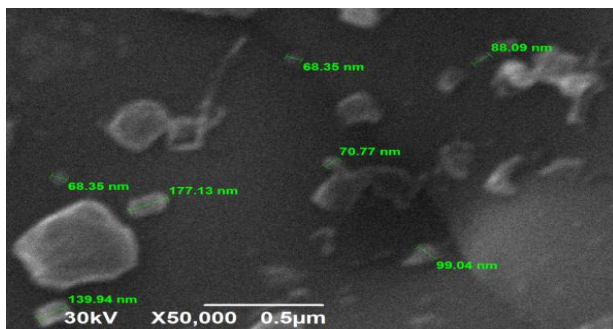


Рисунок 2 – Микрофотография продукта синтеза состава $TiC + SiC$ при встречной фильтрации (x50000)

Из рисунка 2 видно, что удалось получить наноструктурированный порошок, состоящий из наночастиц размерами 70-170 нанометров.

В таблице 1 представлены полученные экспериментальные данные для состава $Ti+C+Al$ с различным содержанием алюминия при реализации встречного режима фильтрации. На рисунке 3 представлена зависимость скорости горения.

Таблица 1 – Экспериментальные данные параметров горения для состава $Ti+C+Al$

Содержание Al , %	Скорость горения, мм/с
10	10
20	5
30	2,5
40	Не горит

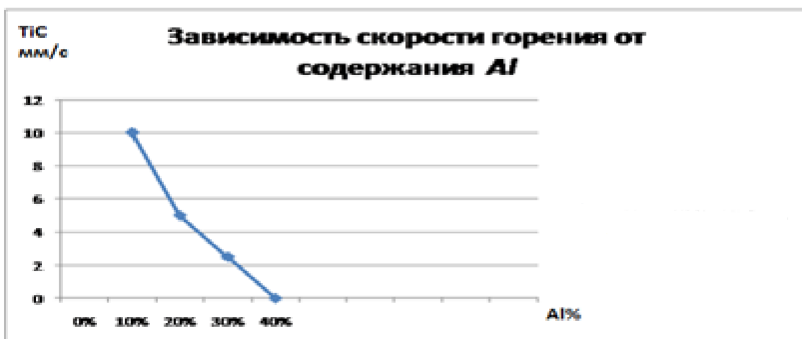
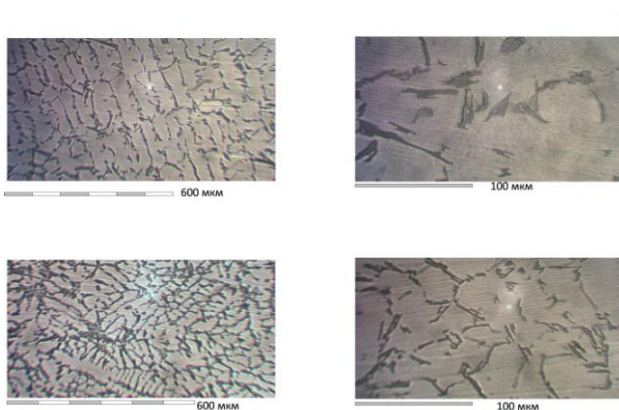


Рисунок 3 – Зависимость скорости горения от содержания $Ti+C+Al$ при реализации встречного режима фильтрации



На рисунке 4 показана микрофотография конечного продукта, полученного в результате процесса введения нанопорошка карбида титана в расплавленный алюминий.

Рисунок 4 – Микрофотография расплава алюминия с введенным нанопорошком карбида титана (x20000)

В результате эксперимента выяснилось, что синтезированные частицы карбида титана обладают сильным модифицирующим действием, повышая прочностные и пластические свойства алюминиевых сплавов.

Литература и примечания:

[1] Амосов А.П., Боровинская И.П., Мержанов А.Г. Порошковая технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза

материалов: Учеб. пособ. / Под научной редакцией В.Н. Анциферова. М.: Машиностроение-1, 2007. 567 с.

[2] Амосов А.П., Макаренко А.Г., Сеплярский Б.С., Скобельцов В.П., Закамов Д.В. Технология СВС с фильтрацией газов для получения керамических порошков // Вестник Самар. госуд. техн. ун-та. Сер. Технические науки. № 5. Самара, СамГТУ, 1998. С. 92-103. Мержанов И.П. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез // Физическая химия. Современные проблемы. М.: Химия, 1983. С. 6-44.

© Д.А. Назаров, Д.М. Федоров, А.Р. Самборук, 2014

В.М. Петропавловский
ПГУТИ
г. Самара

СПОСОБ СТАБИЛИЗАЦИИ МОЩНОСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ ЛАЗЕРА

Для многих задач контроля качества оптических волокон и метрологии требуются лазеры с высокой долговременной стабильностью мощности излучения. Существующие методы затрагивают только стабилизацию электрической мощности блока питания. Между тем изменение параметров окружающей среды (прежде всего температуры) приводит к изменению характеристик излучателя (например, за счет частичной разъюстировки), что ведет к уменьшению выходной мощности. В данной статье предлагается способ стабилизации мощности излучения лазера, основанный на явлении самодефокусировки лазерного пучка, проходящего через среду с отрицательной величиной $\partial n / \partial T$.

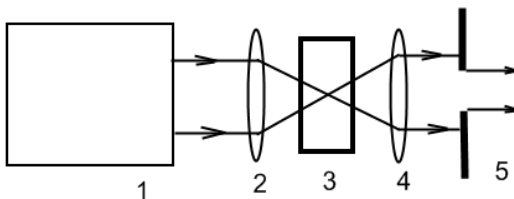


Рисунок 1 – Принципиальная схема установки

Принципиальная схема установки приведена на рис. 1. Лазерный пучок фокусируется линзой 2 в кювету 3, содержащую жидкость (например, ацетон). Частичное поглощение излучения приводит к выделению тепла и росту температуры жидкости. Происходит изменение показателя преломления жидкости $\Delta n = \partial n / \partial T \Delta T$. Т.к. распределение интенсивности по сечению лазерного пучка неоднородно, то и изменение показателя преломления в разных точках будет различным. В случае одномодового лазера вблизи оси пучка изменение показателя преломления происходит по квадратичному закону. Такая структура аналогична рассеивающей линзе (т.к. $\partial n / \partial T < 0$). Расходимость пучка, проходящего через эту линзу, увеличивается, поэтому увеличивается и ширина

распределения интенсивности (диаметр) пучка в дальней зоне. Подобрал диаметр пучка в перетяжке после линзы 2 – w_0 , можно добиться постоянства интенсивности на оси пучка. Линза 4 коллимирует пучок. Диафрагма 5 вырезает центральную часть пучка с постоянной мощностью.

Фокусное расстояние тепловой линзы

Эффективное фокусное расстояние среды длиной L связано с радиусом кривизны луча R , вошедшего в среду на расстоянии g от оси симметрии:

$$\frac{1}{F} = -\frac{nL}{rR} = -L \left(\frac{\partial^2 n}{\partial r^2} \right)_{r=0} \quad (1)$$

Радиальное распределение показателя преломления можно выразить через радиальное распределение температуры, получаем:

$$\frac{1}{F} = -L \frac{dn}{dT} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} \right)_{r=0} \quad (2)$$

Т.е. оптическая сила тепловой линзы зависит от распределения температуры в среде. В подавляющем большинстве сред (dn/dT) и $(\partial^2 n / \partial r^2)_{r=0}$ отрицательны, так что тепловая линза рассеивает свет ($F < 0$).

Распределение температуры в среде

В случае одномодового лазера с гауссовым профилем распределения интенсивности по сечению пучка рост температуры может быть найден как:

$$T(r, t) = \int_0^t dt' \int_0^\infty dr' \frac{2 \pi r'}{4 \pi D t'} \exp \left(-\frac{(r^2 + r'^2)}{4 D t'} \right) \cdot \frac{I_0 \left(\frac{r r'}{2 D t'} \right) \frac{\alpha P}{\pi w^2} \cdot \exp \left(-\frac{r'^2}{w^2} \right)}{\rho_p} \quad (3)$$

Вычисление интеграла по t' дает:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} = \int_0^t -\frac{4 \alpha P D}{\pi k (w^2 + 8 D t')^2} dt' = -\frac{\alpha P}{2 \pi \cdot k \cdot w^2 (1 + t_c / 2t)}$$

Подстановка (3) при условии $t \gg t_c$ дает:

$$F = -\frac{2 \pi \cdot k \cdot w^2}{\alpha P L \left(\frac{dn}{dT} \right)} = -\frac{C}{P} \quad C = \frac{2 \pi \cdot k \cdot w^2}{\alpha P L \left(\frac{dn}{dT} \right)} \quad (4)$$

Изменение диаметра пучка в дальней зоне.
Мощность излучения на выходе стабилизатора

Для гауссового пучка с радиусом перетяжки w_0 радиус пучка W на экране в дальней зоне (расстояние до перетяжки $z \gg \frac{\pi w_0^2}{\lambda} = b_0$) может быть найден как:

$$W = \frac{\lambda z}{\pi w_0} \quad (5)$$

Если такой пучок с исходной мощностью P пропустить через диафрагму радиусом a , то мощность пучка после диафрагмы будет:

$$P_1 = P \left[1 - \exp\left(-\frac{a^2}{w^2}\right) \right] \quad (6)$$

Прохождение пучка через линзу приводит к изменению радиуса кривизны волнового фронта R . Размер и положение перетяжки нового пучка меняются, следовательно, изменятся W и P_1 . Для расчета параметров нового пучка воспользуемся формализмом комплексного параметра пучка q . В перетяжке q –

мнимый $q = \frac{i\pi w_0^2}{\lambda}$. При распространении в среде длиной x q меняется по закону $q_2 = q_1 + x$. При прохождении через линзу радиус кривизны волнового фронта меняется по закону $\left(\frac{1}{q} = \frac{1}{R} - \frac{i\lambda}{\pi w^2}\right)$. Т.е. если отрицательная линза помещена в перетяжку пучка, то

после линзы будет расходящийся пучок с $R=F$. В результате получим уравнение:

$$\frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{i\lambda}{\pi w_0^2}} = \frac{i\lambda}{\pi \cdot v_0^2} + x \quad (7)$$

Здесь x – расстояние до новой перетяжки, v_0 – ее размер. Решая (7), получим:

$$v_0^2 = \frac{w_0^2}{1 + \left(\frac{b_0}{F}\right)^2}, \quad x = \frac{|F|}{1 + \left(\frac{|F|}{b_0}\right)^2} \quad (8)$$

Размер пучка на экране станет W_1 :

$$W_1 = \frac{\lambda(z+x)}{\pi v_0} \quad (9)$$

Подстановка (4), (8) и (9) в (7):

$$P_1(P) = P \left\{ 1 - \exp \left[- \frac{a^2}{w^2(P)} \right] \right\};$$

$$w^2(P) = \frac{w_0^2}{1 + (P/C_1)^2} \cdot \left(1 + \frac{\lambda^2 \left(z + \frac{C}{P(1 + (C_1/P)^2)} \right)^2}{\pi^2 \left(\frac{w_0^2}{1 + (P/C_1)^2} \right)^2} \right) \quad (10)$$

Функция $P_1(P)$ имеет максимум вблизи $P=14$ мВт. При изменении P на величину $\pm 1,5$ мВт выходная мощность P_1 меняется не более чем на 0,17 мВт, что означает повышение стабильности в 17 раз. Увеличение стабильности мощности входного излучения приведет к еще большим значениям коэффициента стабилизации.

Таким образом, мы показали, что на основе эффекта тепловой линзы может быть создано устройство, стабилизирующее мощность излучения непрерывного лазера. К недостаткам метода можно отнести уменьшение мощности (в рассмотренном примере почти в 1,5 раза) и невысокое быстродействие (~ 1 мс). Увеличение размера диафрагмы a приведет к увеличению выходной мощности, но и к снижению коэффициента стабилизации установки $\Delta P/\Delta P_1$. При необходимости повышения коэффициента стабилизации нужно уменьшить диаметр диафрагмы. К преимуществам метода относится простота конструкции стабилизатора и отсутствие внешних управляющих устройств. Подбор рабочей точки для требуемой величины выходной мощности и/или коэффициента стабилизации осуществляется путем изменения диаметра диафрагмы, поглощения жидкости, длины кюветы или размера перетяжки.

Литература и примечания:

- [1] Борн М., Вольф Э. Основы оптики. – М.: Наука, 1970. – 720 с.
- [2] Карлсруу Х.С., Егер Д. Операционные методы в прикладной математике. – М.: ИЛ, 1948. – 624 с.
- [3] K.R. Hansen et al. Thermo-optical effects in high-power ytterbium-doped fiber amplifiers // Opt. Express. V. 19. № 24. 2011. P.23965-23980.
- [4] E. Wyss et al. Thermo-optical compensation methods for high-power lasers // IEEE J. Quantum Electron. V. 38. № 12. 2002. P. 1620-1628.

© В.М. Петропавловский, 2014

*М.М. Сафаров,
А.С. Назруллоев,
Имам Бахроми Маниш,
Т.Р. Тиллоева,
Н.Б. Давлатов,
М.А. Зарипова
филиал НИУ «МЭИ»,
ТППУ им. С. Айни,
ИВП и ЭАН РТ,
ТТУ им. академика М.С. Осими,
г. Душанбе*

**ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ НАНОАМФОТЕРНЫХ ОКСИДОВ,
Ag (99,99%) И ФУЛЛЕРЕНА НА ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ РАКЕТНЫХ ТОПЛИВ
(ОБЗОР-ЭКСПЕРИМЕНТ)**

Термодинамические свойства основных оксидов являются ключевыми для соединений металлов, в том числе сульфидов, образующихся во многих рудных месторождениях. Ранее были опубликованы результаты измерений низкотемпературной теплоемкости основных оксидов и представлено, с применением литературных данных, уравнение зависимости $C_p = f(T)$ в интервале 289-1063 К для оксида палладия [1, 2]. Авторы [1, 2] теплоемкость палладинита измеряли методами адиабатической и релаксационной калориметрии. В литературе отсутствуют надежные данные о термодинамических свойствах основных оксидов, поэтому одной из задач настоящей работы являлось определение зависимости теплоемкости в широком интервале температур и вычисление термодинамических функций основных оксидов. К числу основных оксидов относятся: FeO; CuO; CaO; MgO; BaO; VO; TiO. Вышеперечисленные оксиды при нормальном условии являются твердыми. В справочнике Р.Е. Крижановского представлены некоторые теплофизические и термодинамические характеристики монолитов окиси. Для изучения температурной зависимости теплоемкости оксидов (Al_2O_3 , CuO, TiO, FeO, CaO) в области 6-347 К использовали полностью автоматизированный адиабатический вакуумный калориметр БКТ-3 (АОЗТ «Термис», пос. Менделеева, Московская область). В качестве хладоагентов применяли жидкие гелий и азот. Масса образцов, помещенных в контейнер, составляла от 455,8 мг до 1015,6 мг. После вакуумирования калориметрический контейнер заполняли сухим гелием в качестве теплообменного газа до давления 33 кПа и герметизировали. Конструкция калориметра и методика работы описана в работе. Предел допускаемого значения относительной погрешности измерения теплоемкости вещества до 40 К составил 2%, в интервале 40-350 К – 0,2%. Автором измерена молярная теплоемкость палладинита и высококита с помощью автоматизированной установки PPMS-6000 (Quantum Design, США) релаксационным методом в режиме нагревания платформы с образцом. Конструкция установки и методика работы детально описаны автором. Общая относительная погрешность измерения не превышала 2%. Высокотемпературная зависимость теплоемкости $Pd_3(k)$ была определена на установке синхронного термического анализатора STA 449 F₁ Jupiter^R (Netzsch-Garatebau GmbH,

Германия). Эксперименты проводились в атмосфере газообразного гелия марки «6.0» (99,9999%). Теплоемкость при высоких температурах 298-673 К была измерена экспериментальной установкой, разработанной профессором Е.С. Платуновым и его учениками. Теплоемкость гранулированной окиси алюминия (Al_2O_3) на основе экспериментальных данных по теплопроводности, температуропроводности и насыпной плотности, рассчитана удельная изобарная теплоемкость в интервале температур 298-1073 К в вакууме и различных газовых средах (Ar , N_2 , He , H_2) [7].

На основе экспериментальных данных и закона соответственных состояний авторами [1, 2] получены эмпирические уравнения для расчета теплоемкости PdS (палладидума и высококита). Результаты обобщения и обработки экспериментальных данных по теплофизическим свойствам (плотность, теплоемкость и др.) показали, что они выполняются по квадратическим, кубическим, прямым и экспоненциальному закону. Конечно, каждая из этих закономерностей имеет отдельные погрешности. Для определения и получения эмпирических уравнений, общего уравнения состояния, уравнения состояния типа Тейта можно использовать метод наименьших квадратов (метод Гаусса и др.). Полученное уравнение дает возможность определить первую производную, частную производную, рассчитать калорические термодинамические свойства исследуемых объектов (чистых углеводородов, простых эфиров, азотосодержащих растворов, гидразинзамещенных водных растворов, сплавов, оксидов, чистых металлов и др.). В зависимости от выбора вида зависимостей иногда получают неудовлетворительные результаты. Но при правильном выборе закономерностей всегда можно получить хорошие результаты. Структурно-механические исследования позволяют глубже познать физику явления, происходящего при обработке материалов. Реологические свойства могут быть использованы в расчетах процессов, которые необходимо производить при создании новых конструкций машин или аппаратов и реконструкции существующих, а также для выбора наиболее рациональных режимов работы оборудования и оптимальных технологических схем производства, использовать в качестве контролируемых параметров при создании автоматизированных систем управления машинами, агрегатами, производственными участками. Эта характеристика описывает равновесное состояние между процессами разрушения и восстановления структуры в установившемся потоке [8]. Рассчитанные с применением программного комплекса TERRA теплофизические характеристики системы радиоактивный графит – углекислый газ приведены в таблице 1. Программный комплекс TERRA является дальнейшим развитием пакета программ ASTRA [9, 10]. Расчетные методы развиты на основе вариационных принципов термодинамики. Экстенсивными термодинамическими параметрами системы, т.е. пропорциональными количеству или массе вещества в системе, являются объем V , энтропия S , внутренняя энергия U , энтальпия I , энергия Гельмгольца F ($F=U-TS$), энергия Гиббса G ($G=I-TS$). Интенсивным термодинамическим параметром, т.е. не зависящим от количества или массы системы, является давление P . До настоящего времени разными авторами различными методами были исследованы некоторые термодинамические и теплофизические свойства чистого гидразина и некоторых их водных растворов [11-18, 20-44, 45-48, 50]. В работе [49] авторы А.Л. Цыкало, В.К. Савенков и др. исследовали термодинамические свойства чистого гидразина при атмосферном давлении и комнатной температуре (таблица 1).

Таблица 1 – Литературные источники и полученные результаты

№	Авторы	Год	Параметры и объект исследования	Интервал параметров состояния
1.	Цыкало А.Л. Савенков В.К. и др.	1974	ρ , C_p -чистый гидразин	T= 298 K P=0,101 МПа
2.	Сафаров М.М. Маджидов Х. Картавченко А.В. Зарипова М.А.	1992	λ, C_p -водный раствор гидразина	T= 298 K P=0,101 МПа
3.	Сафаров М.М. Зарипова М.А.	1992	λ, C_p -водный раствор гидразина	T= 298-385 K P=0,101-49,1 МПа
4.	Сафаров М.М. Зарипова М.А.	1992	λ -гидразингидрат	T= 298-385 K P=0,101-49,1 МПа
5.	Сафаров М.М.	1993	$\lambda, C_p, \rho, \alpha, \nu$ -водный раствор гидразина	T= 298-575 K P=0,101-98,1 МПа
6.	Сафаров М.М. Картавченко А.В. Зарипова М.А.	1993	ρ -водный раствор гидразина	T= 298 K P=0,101 МПа
7.	Сафаров М.М. Картавченко А.В.	1993	ρ -водный раствор гидразина	T= 298-575 K P=0,101-98,1 МПа
8.	Сафаров М.М. Зарипова М.А.	1993	C_p - водный раствор фенилгидразина	T= 298 K P=0,101 МПа
9.	Сафаров М.М. Зарипова М.А.	1993	λ, ρ -водный раствор гидразина	T= 298 K P=0,101 МПа
10.	Сафаров М.М. Зарипова М.А. Нарзуллоев А.С.	1993	ν -водный раствор гидразина	T= 298 K P=0,101 МПа
11.	Сафаров М.М. Зарипова М.А. Нарзуллоев А.С.	1993	ρ - водный раствор гидразина	T= 298 K P=0,101 МПа
12.	Сафаров М.М. Зарипова М.А.	1994	μ - водный раствор гидразина	T= 298-575 K P=0,101-49,1 МПа
13.	Сафаров М.М. Картавченко А.В. Зарипова М.А.	1994	μ, ρ - водный раствор гидразина и фенилгидразина	T= 298 K P=0,101 МПа
14.	Сафаров М.М. Зарипова М.А.	1995	λ, ρ - водный раствор гидразина	T= 298-565 K P=0,101-49,1 МПа
15.	Сафаров М.М. Зарипова М.А. Файзуллоев З.	1995	μ, ρ - водный раствор фенилгидразина	T= 298-383 K P=0,101 МПа
16.	Сафаров М.М. Зарипова М.А.	1995	ν -водный раствор гидразина	T= 298-383 K P=0,101 МПа
17.	Сафаров М.М. Зарипова М.А.	1995	ν -водный раствор фенилгидразина	T= 298-565 K P=0,101-49,1 МПа
18.	Safarov M.M., Zaripova M.A.	1995	λ, ρ -water solutions hydrazine	T= 298-565 K P=0,101-49,1 МПа

	Rajabov F.S. Turgunboev M.T.			
19.	Сафаров М.М. Зарипова М.А. Раджабов Ф.С. Тургунбоев М.	1995	ρ-водный раствор аэрозина	T= 298-535 К P=0,101-49,1 МПа
20.	Сафаров М.М. Зарипова М.А.	1996	λ, C _p , ρ, α- водный раствор гидразина	T= 298-530 К P=0,101-98,1 МПа
21.	Сафаров М.М. Зарипова М.А.	1996	λ, ρ-водный раствор фенилгидразина	T= 298-533 К P=0,101-98,1 МПа
22.	Сафаров М.М. Зарипова М.А. Раджабов Ф.С.	1996	C _p -водный раствор аэрозина	T= 298-473 К P=0,101-49,1 МПа
23.	Сафаров М.М. Зарипова М.А. Давлатова В.	1996	C _p -водный раствор диметилгидразина	T= 298-483 К P=0,101-49,1 МПа
24.	Safarov M.M. Zaripova M.A. Rajabov F.S. Turgunboev M.T.	1996	λ, ρ, α, C _p -water solutions hydrazine	T= 298-535 К P=0,101-98,1 МПа
25.	Сафаров М.М. Зарипова М.А. Тургунбоев М.Т.	1997	λ-водный раствор аэрозина	T= 298-426 К P=0,101-49,1 МПа
26.	Сафаров М.М. Зарипова М.А. Тургунбоев М. Раджабов Ф.С.	1997	ρ-водный раствор аэрозина	T= 298-415 К P=0,101-98,1 МПа
27.	Сафаров М.М. Зарипова М.А. Тургунбоев М.	1998	λ-водный раствор диметилгидразина	T= 298-425 К P=0,101-49,1 МПа
28.	Сафаров М.М. Зарипова М.А. Тургунбоев М.	2001	λ-гидразинзамещен- ные водные раст-воры	T= 298-335 К P=0,101-20 МПа
29.	Гребенков А.Ж. Котелевский Ю.Г. Саплица В.В.	2002	λ-азотосодержащие соединения (в том числе гидразин)	T= 280-400 К P=0,101 МПа
30.	Safarov M.M. Zaripova M.A. Tilloeva T.R. Zoirov H.A.	2008	λ, ρ-water solutions dimethyl hydrazine	T= 298-435 К P=0,101-49,1 МПа
31.	Сафаров М.М. Зарипова М.А. Нажмуддинов Ш.З. и др.	2009	ρ-водный раствор триметилгидразина	T= 298-435 К P=0,101-49,1 МПа
32.	Safarov M.M. Zaripova M.A. Tilloeva T.R. Zoirov H.A.	2009	λ, C _p , ρ-water solution ethylhydrazine	T= 298-405 К P=0,101-49,1 МПа

33.	Зарипова М.А.	2008	ρ -гидразинзамещенные водные раст-воры	T= 298-405 К P=0,101-98,1 МПа
34.	Зарипова М.А.	2008	Калорические свойства гидразинзамещенных водных растворов	T= 298-405 К P=0,101-49,1 МПа
35.	Зарипова М.А.	2011	λ -триметилгидразин	T= 298-473 К P=0,101-49,1 МПа
36.	Зарипова М.А.	2011	λ -этилгидразин	T= 298-473 К P=0,101-49,1 МПа
37.	Зарипова М.А.	2011	Термодинамические свойства этилгидразина	T= 298-473 К P=0,101-49,1 МПа
38.	Зарипова М.А.	2011	λ -водный раствор метилгидразина	T= 298-473 К P=0,101-49,1 МПа
39.	Зоиров Х.А. Сафаров М.М. Тагоев С.А. Зарипова М.А. Тошов А.Ф.	2011	Влияние наноксидов на изменение термодинамических свойств гидразингидрата	T= 298-453 К P=0,101-0,141 МПа

Как видно из таблицы 1. теплофизические, термодинамические свойства гидразина, фенилгидразина, диметилгидразина, этилгидразина и некоторые их водные растворы изучены профессором М.М. Сафаровым и его учениками. До настоящего времени не изучены теплофизические, термодинамические и диффузионные свойства гидразинзамещенных водных растворов при различных температурах и давлениях и концентрации наноксидов и др. (кроме [18]). Теплопроводность, плотность, теплоемкость, температуропроводность гидразингидрата в зависимости от температуры и давления изучены авторами и приведены в таблице 1. Но не изучены теплофизические, термодинамические свойства гидразингидрата с добавками наноструктурных оксидов металлов в зависимости от температуры и небольших давлений. Поэтому мы перед собой ставили задачу изучить теплофизические, термодинамические и диффузионные свойства гидразингидрата при различных концентрациях окисей металлов, фуллеренов и чистых нанокристаллических металлов [51-54].

Литература и примечания:

- [1] Смирнова Н.Н. Низкотемпературная теплоемкость и стандартная энтропия PdO (кр.) // Н.Н. Смирнова, Т.А. Быкова, П.А. Полотнянко, Н.Д. Шикина / Ж. Физ. Химия. 2010. Т. 84. № 11. – С.1851-1855.
- [2] Хадаковский И.Л. Высокотемпературная теплоемкость и термодинамические свойства сульфида палладия // И.Л. Хадаковский, Н.Н. Смирнова, Т.А. Быкова и др. / Ж. Вестник МГОУ. 2013. С. 154-159.
- [3] Кржижановский Р.Е. Теплофизические свойства неметаллических материалов (окислы) / Р.Е. Кржижановский, З.Ю. Штерн. Энергия. М., 1976. – 333 с.
- [4] Мальшев В.М. Приборы и техника эксперимента. // В.М. Мальшев, Г.А. Мильнер, Е.Л. Соркин, В.Ф. Шibaкин. 1985. - Т. 6. - С.195-197.
- [5] Lashley I.C. Critical examination of heat capacity measurements made on

- Quantum Design physical property measurement system / I.C. Lashley, M.F. Humidly, A. Millipore e.t. // Cryogenics. 2003. – V 43. – P.369-378.
- [6] Платунов Е.С., Баранов И.В., Буравой С.Е., Курепин В.В. Теплофизические измерения: учеб. пособие / Под ред. Е.С. Платунова. – СПб.: СПбГУН и ПТ, 2010. – 738 с.
- [7] Сафаров М.М. Теплофизические свойства окиси алюминия с металлическими наполнителями в различных газовых средах // Махмадали Махмадиевич Сафаров / Дис. ... к.т.н. Душанбе, 1986. – 156с. (32 приложения).
- [8] Пирогов А.Н. Инженерная реология. Учебное пособие / А.Н. Пирогов, Д.В. Дonya // Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. Кемерово, 2004. – 110 с.
9. Ватолин Н.А., Моисеев Г.К., Трусков Б.Г. Термодинамическое моделирование в высокотемпературных системах. – М.: Металлургия, 1994. 352 с.
10. Моисеев Г.К., Вяткин Г.П., Барбин Н.М. Применение термодинамического моделирования для изучения взаимодействия с участием ионных расплавов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002. 116 с.
11. Зарипова М.А. Уравнение состояния гидразинзамещенных водных растворов / М.А. Зарипова // Вестник Таджикского технического университета, 2008. - № 2. - С. 9-15.
12. Зарипова М.А. Прогнозирование калорических свойств некоторых гидразинзамещенных жидкостей и углеводородов / М.А. Зарипова // Вестник Таджикского технического университета, 2008. - № 3. - С. 12-21.
13. Зарипова М.А. Экспериментальное исследование теплопроводности водных растворов триметилгидразина в зависимости от температуры и давления / М.А. Зарипова // Измерительная техника. - 2011.
14. Зарипова М.А. Методы расчета термодинамических свойств гидразингидрата при высоких параметрах состояния / М.А. Зарипова. // Вестник педагогического университета. № 2 (38). - Душанбе, 2011. - С. 7-12.
15. Зарипова М.А. Теплопроводность водных растворов метилгидразина в зависимости от температуры и давления / М.А. Зарипова // Вестник Таджикского технического университета. 1(13). 2011. - С. 12-18.
16. Захаров А.Г. Транспортная космическая система / А.Г. Захаров, Ю.К. Казаров // Итоги науки и техники: Сер. Ракетостроение. Т. 7. – М.: ВИНТИ, 1976. – 248 с.
17. Зоиров Х.А. Влияние наноксидов на изменение термодинамических свойств гидразингидрата / Х.А. Зоиров, М.М. Сафаров, С.А. Тагоев, М.А. Зарипова, А.Ф. Тошов // Материалы Республиканской конференции «Координационная химия и ее значение в развитии народного хозяйства» с международным участием, посвященной памяти профессора Юсупова З.Н. ТНУ, 26, 27 декабря 2011. С. 100-106.
18. Зоиров Х.А. Влияние некоторых наноструктурных оксидов металлов на изменение теплофизических, термодинамических и диффузионных свойств гидразингидрата // Хикматулло Абдухоликович Зоиров / Авт. дис. ... к.т.н. Казань, 2014. 20 с.
19. Сафаров М.М. Теплопроводность и плотности водных растворов гидразина (Статья) / М.М. Сафаров, Х. Маджидов, А.В. Картавиченко, М.А. Зарипова // Сб. научных работ. Вып. 1. 1992. Курган-Тюбе. С. 39-41.
20. Сафаров М.М. Теплопроводность и плотность водных растворов

- гидразина при высоких параметрах состояния (Тезис) / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова // Тез. докл. Респ. науч.-техн. конф. по ТСВ. 1992. Баку. - С. 48.
21. Сафаров М.М. Экспериментальное исследование теплопроводности гидразингидрата при высоких параметрах состояния (Статья) / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова // Измерительная техника. № 4. 1993. М. С. 48-49.
22. Сафаров М.М. Теплофизические свойства простых эфиров и водных растворов гидразина в зависимости от температуры и давления (Диссертация) / Махмадали Махмадиевич Сафаров // Дис. ... д.т.н. Минск, 1993. 490 с.
23. Сафаров М.М. Температурная и концентрационная зависимости плотности водных растворов гидразина (Статья) / М.М. Сафаров, А.В. Картавченко, М.А. Зарипова // ТВТ. Т. 31. № 1. 1993. М. С. 301-312.
24. Сафаров М.М. Р-р-Т зависимости водных растворов гидразина (Статья) / М.М. Сафаров, А.В. Картавченко // Журнал Физ. химия. 1993. М. Т. 67. № 4. С. 710-712.
25. Сафаров М.М. Теплоемкость водных растворов фенилгидразина (Тезис) / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова // Тез. науч.-прак. конф. 28-30 октября 1993. Душанбе. С. 70.
26. Сафаров М.М. Взаимосвязь теплопроводности и плотности водных растворов гидразина (Тезис) / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова // Тез. науч.-прак. конф. 28-30 октября 1993. Душанбе. С. 74.
27. Сафаров М.М. Динамическая вязкость гидразингидрата при высоких параметрах состояния (Тезис) / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, А.С. Нарзуллоев // Тез. науч.-прак. конф. 28-30 октября 1993. Душанбе. С. 58.
28. Сафаров М.М. Плотность водных растворов гидразина в зависимости от температуры (Тезис) / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, А.С. Нарзуллоев // Тр. преподавателей и сотрудников ДГПИ им. К. Джураева. 1993. Душанбе. С. 64.
29. Сафаров М.М. Динамическая вязкость водных растворов гидразина при высоких параметрах состояния (Статья) / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова // Измерительная техника. № 9. 1994. М. С.43-45.
30. Сафаров М.М. Вязкость, плотность водных растворов гидразина и фенилгидразина в зависимости от температуры при атмосферном давлении (Статья) / М.М. Сафаров, А.В. Картавченко, М.А. Зарипова // ИФЖ. Т. 68. № 2. 1995. Минск. С. 287-290.
31. Сафаров М.М. Зависимость теплопроводности водных растворов гидразина от плотности в широком диапазоне температур и давления (Статья) / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова // ИФЖ. Т. 68. № 3. 1995. Минск. С. 453-456.
32. Сафаров М.М. Вязкость водных растворов фенилгидразина в зависимости от температуры (Статья) / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, З. Файзуллоев // ИФЖ. Т. 68. № 2. 1995. Минск. С. 287-290.
33. Сафаров М.М. Акустические свойства гидразингидрата при различных температурах и давлении (Статья) / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова // Сб. ТУТ. Вып. 1. 1995. Душанбе. С. 35-38.
34. Сафаров М.М. Акустические свойства водных растворов гидразина и фенилгидразина в широком параметре состояния (Статья) / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова // 2 Международная теплофизическая школа. 1995. Тамбов. С. 186-190.
35. Сафаров М.М. Плотность системы аэрозина и воды при различных температурах и давлениях (Тезис) / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, Ф.С. Раджабов, М.Т. Тургунбоев // Респ. науч.-техн. конф. ТГУ. 1995. Душанбе. С. 83.
36. Сафаров М.М. Теплофизические свойства водных растворов гидразина

(Статья) / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова // Метрология. № 4. 1996. М. С. 31-35.

37. Сафаров М.М. Взаимосвязь теплопроводности и плотности водных растворов фенилгидразина (Статья) / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова // ТВТ. Т. 34. № 2. 1996. М. С. 327-330.

38. Сафаров М.М. Теплоемкость водных растворов аэрозина в зависимости от температуры и давления (Статья) / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, Ф.С. Раджабов // Измерительная техника. М. № 5. 1996. С. 46-48.

39. Сафаров М.М. Теплоемкости водных растворов диметилгидразина в зависимости от температуры и давления (Статья) / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, В. Давлатова // ИФЖ. Т. 69. № 3. Деп. 1405-Б96. 1996. М. 8 с.

40. Сафаров М.М. Теплопроводность водных растворов аэрозина при высоких параметрах состояния (Статья) / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, М.Т. Тургунбоев // Сб. ТУТ. Вып. 3. Душанбе, 1997. С.31-35.

41. Сафаров М.М., Зарипова М.А., Тургунбоев М.Т., Раджабов Ф.С. Плотность водных растворов аэрозина в широком интервале температур и давления (Статья) // ИФЖ. Т. 70. № 5. Деп. 816-Б97. 1997. М. 7 с.

42. Сафаров М.М. Теплопроводность водных растворов диметилгидразина в широком интервале температур и давлений (Статья) / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, М.Т. Тургунбоев // ИФЖ. Т.71. № 3. 1998. Минск. С. 375-383.

43. Сафаров М.М. Теплопроводность гидразинзамещенных водных растворов в зависимости от температуры и давления (Тезис) / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, М.Т. Тургунбоев // Матер. науч.-практ. конф., посв. 10-летию независимости Республики Таджикистан. – 2001. С. 34-35.

44. Сафаров М.М. Р-р-Т-х – свойства растворов вода-триметилгидразина и этиленгликоля (Тезис) / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, Ш.З. Нажмудинов, Х.А. Зоиров и др. // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Современные проблемы химии, химической технологии и металлургии». Душанбе, 2009. С. 28-29.

45. Safarov M.M. Heat conductivity of organic liquids containing Oxygen and Water Muxtures of Hydrazine in Wide State / M.M. Safarov, M.A. Zaripova, F.S. Rajabov, M.T. Turgunboev // (Abstract) 23 –Thermal Conductivity, 29 oct.-1 November. 1995, USA, Oak Ridg. P. 126.

46. Safarov M.M. Thermo physical Feature of Water Mixtures Mixed up With Hydrazine under various Temperature and Pressures / M.M. Safarov, M.A. Zaripova, F.S. Rajabov, M.T. Turgunboev // (Report) 14th European Conference on Thermophysical properties, Proceedings, September 16-19, 1996, Lyon, France. P. 1141-1146.

47. Safarov M.M. Density, Viscosity of Water Hydrazine hydrate solutions in dependence of Temperatures and Pressures / M.M. Safarov, M.A. Zaripova, T.R. Tilloeva, H.A. Zoirov // (Abstract) 18 Thermodynamic Water Solutions, Berlin, 2008. P. 181.

48. Safarov M.M. Thermal conductivity and thermodynamic properties of water, ethylhydrazine solutions / M.M. Safarov, M.A. Zaripova, T.R. Tilloeva, H.A. Zoirov // (Abstracts) Proceedings of the Thirtieth International thermal conductivity conference, 2009, Pittsburg, Pennsylvania, USA. P. 841-847 (edited by Daniela S, Caal and Peter S, Gaal).

49. Картавченко А.В. Разработка каталитического пакета разложения низкотемпературного топлива (типа гидразингидрата) для глубоководного аппарата «Океан» / А.В. Картавченко, В.М. Григорьев, В.А. Дидык // НПО ГИПХ.

1987; Инв. № 53 – 87. – 28 с.

50. Гребенков А.Ж., Котелевский Ю.Г., Саплина В.В. Исследование теплопроводности некоторых технически важных азотосодержащих соединений. Тезисы докладов 10 Российской конференции по теплофизическим свойствам веществ. Казань, 2002. - С. 105-106.

51. Зоиров Х.А. Теплопроводность, теплоемкость системы гидразингидрат + некоторые окиси металлов в зависимости от давления / Х.А. Зоиров, М.А. Зарипова, М.М. Сафаров // Вестник Таджикского национального университета (научный журнал). - 2012. - № 1/1 (77). - С. 108-114.

52. Зоиров Х.А. Влияние нанопористого, наноразмерного оксида титана на изменение температуропроводности гидразингидрата при комнатной температуре в зависимости от давления / Х.А. Зоиров, С.А. Тагоев, М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, А.Ф. Тошов // Вестник Таджикского национального университета (научный журнал). - 2011. - № 1 (65). - С. 69-72.

53. Зоиров Х.А. Плотность несимметричного диметилгидразина в зависимости от температуры и давления / М.А. Зарипова, М.Т. Тургунбоев, М.М. Сафаров, Х.А. Зоиров и др. // Вестник педагогического университета. № 5 (41). Душанбе, 2011. - С. 18-23.

54. Зоиров Х.А. Влияние наноматериалов на изменение удельной изобарной теплоемкости теплоносителей / Х.А. Зоиров, М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, С.А. Тагоев и др. // Сборник статей 9-й Международной научно-технической конференции. Материалы и технологии 21 века. Пенза, март 2011. - С. 127-130.

© М.М.Сафаров, А.С. Назруллоев, Имам Бахроми Маниш, Т.Р. Тиллоева, Н.Б. Давлатов, М.А. Зарипова, 2014

**Р.А. Сафиуллин,
А.Н. Сергеев,
М.К. Халыпов**
НФ УГАТУ,
г. Нефтекамск

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ МИКРОЧАСТИЦ В ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Исследование задач моделирования динамики микрочастиц в нематических жидких кристаллах (НЖК) под воздействием поля градиента температуры является актуальным в связи с ростом интереса к возобновляемым источникам энергии в электроэнергетике [1].

В качестве модельного объекта исследования жидкого кристалла с микрочастицами выбрана лабораторная ячейка-сосуд размером $l=300$ мкм, а частицы имеют размеры $a=10\div 50$ мкм. Будем рассматривать НЖК с малой объемной концентрацией дисперсной фазы $Y=CV\ll 1$, где C – число частиц в единице объема (V) НЖК. $C = C_1 + C_2$ - концентрация смеси, $C_i = n_i / n$ - относительная концентрация компонентов смеси [2, 3].

Ограничимся рассмотрением двумерной модели динамики микрочастиц (l

– высота ячейки, a – радиус частицы, $\vec{r}$ – радиус-вектор) в 3-мерной системе координат $x_1 = x; x_2 = y; x_3 = z$. при наложении теплового поля $\vec{\nabla}T$ – градиент температуры на бесконечности [3].

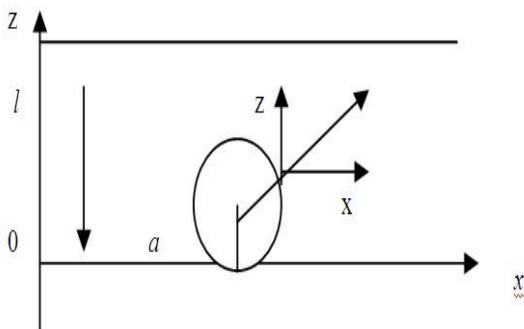


Рисунок 1 – Двумерная модель динамики микрочастицы в НЖК:

l – высота ячейки, $\vec{\nabla}T$ – градиент температуры

Разберём два возможных случая: 1) частица закреплена на подложке, а поток набегаёт на него со скоростью $v_q = -V_H$; 2) поток стоит на бесконечности, а частица движется внутри дисперсной среды со скоростью v_q .

Дифференциальные уравнения, описывающие состояние жидких кристаллов (ЖК), следуют из континуальной теории механики анизотропной жидкости [2, 3].

Для описания физического процесса динамики микрочастиц в дисперсной среде в поле градиента температуры используются следующие уравнения: уравнение Навье-Стокса для НЖК, с учётом анизотропии НЖК, уравнение теплопроводности, уравнение неразрывности или несжимаемости, моментное уравнение для директора, для компонентов x_1, x_2 и x_3 , уравнение диффузии смеси – среды и микрочастиц [2, 3].

Если за масштаб длины брать радиус частицы a , времена определить выражением $2\rho a^2/\alpha_4$, то в задаче появляются две безразмерные величины: числа Рэлея $R = \Delta T g \rho_0 \beta a^3 / (\alpha_4 / 2) \chi_\perp$ и Прандтля $Pr = (\alpha_4 / 2) / \rho_0 \chi_\perp$. Уравнения (1-6) обезразмериваются с помощью этих чисел [3].

Для решения системы уравнений (1-5) мы вводим вектор, содержащий семь гидродинамических переменных $\vec{v} = (\vec{u}, T, p, n_2, n_3)$, n_1 определяется из соотношения $n^2 = 1$ [3].

Для определения скорости частицы и силы, действующей на неё, получим в первом приближении по малым параметрам матричное уравнение $L(u) = 0$, где L – нелинейный дифференциальный оператор, компоненты которого составлены из уравнений (1-6). В итоге для выработки алгоритма решения задачи определим общую структуру функциональной блок-схемы (рис. 2).

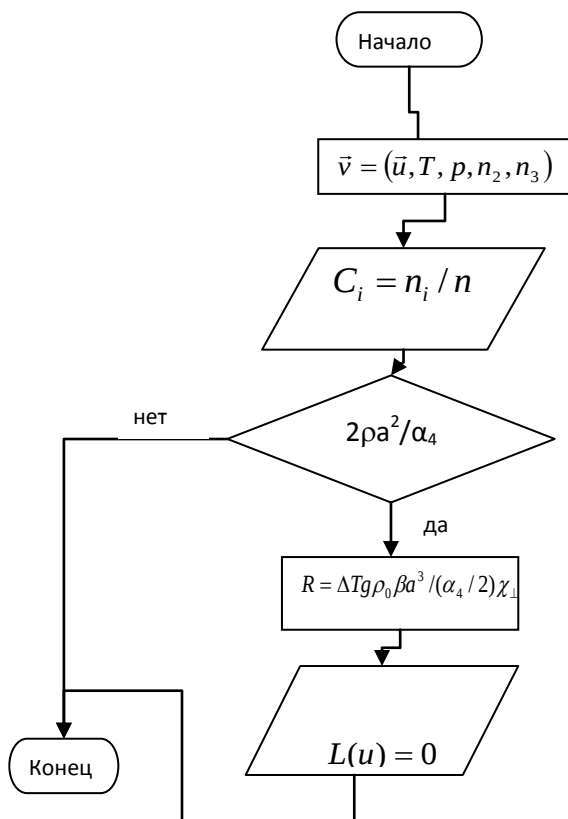


Рисунок 2 – Функциональная блок-схема

Для решения уравнения выработан алгоритм численных расчетов, где воспользуемся методом конечных разностей (МКР) – широко известный и простейший метод интерполяции (рис. 3). Его суть заключается в замене дифференциальных коэффициентов уравнений на разностные коэффициенты, что позволяет свести решение дифференциального уравнения к решению его разностного аналога, то есть построить его конечно-разностную схему [4].

Для описания воздействия функционального поля градиента температуры на динамику микрочастицы в 3-мерной системе координат $X_1 = X$; $X_2 = Y$; $X_3 = Z$. воспользуемся уравнением теплопроводности, которое представляет собой частный вид дифференциального уравнения в частных производных. Как известно, математически уравнения диффузии и теплопроводности не различаются, и применение того или иного названия ограничено только конкретным приложением, причем второе представляется более частным, так как можно говорить, что в этом случае речь идет о диффузии тепловой энергии.

Алгоритм МКР

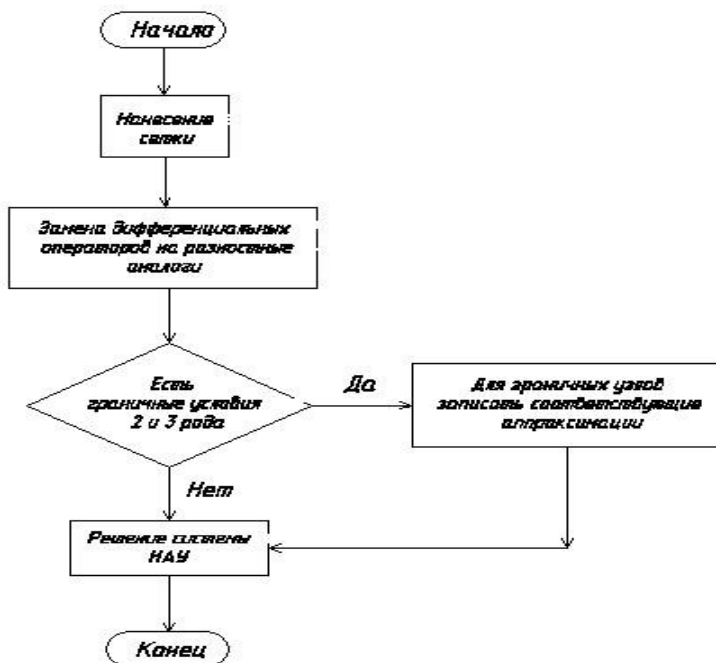


Рисунок 3 – Алгоритм метода конечных разностей

Рассмотрим рассеяние тепловой энергии на границе слоя нематического жидкого кристалла ($l=0,1$) и на поверхности частицы ($r=a$), все переменные принимаем равными [2, 3]:

- при гомеотропном распределении молекул НЖК на поверхности подложки и на поверхности частицы $\vec{n}(l=0,1; r=a) = (1;0;0)$;

- при планарном распределении молекул НЖК на поверхности подложки и на поверхности частицы $\vec{n}(l=0,1; r=a) = (0;1;0)$.

При этом на поверхности микрочастиц, например, для частиц ферритов, образуется гидратный слой ПАВ или двойной электрический слой. За счёт этого на поверхности раздела микрочастиц в НЖК проявляется гистерезис, обусловленный необратимостью процессов «теплового намагничивания», которое приводит к рассеянию тепловой энергии.

Тогда при циклическом перемагничивании кривая намагничивания образует петлю гистерезиса (рис. 4.). Петля гистерезиса, полученная при условии насыщения B_s , называется предельной. Основными её характеристиками являются: остаточная индукция B_r , остающаяся в образце после снятия внешнего поля; коэрцитивная сила H_c – размагничивающее поле обратного направления, которое необходимо приложить к образцу, чтобы уничтожить остаточную индукцию; площадь петли, характеризующая потери на гистерезис за один акт

перемагничивания. Здесь при нагревании самопроизвольная намагниченность уменьшается и в точке Кюри резко падает до нуля, и магнетики переходят в парамагнитное состояние, в котором содержащиеся в веществе магнитные моменты (электронные орбиты и спины) в слабой степени ориентируются полем, причем действию поля препятствует тепловое движение [5-7].

Значения температур Кюри и намагниченности насыщения (при комнатной температуре) для ферромагнитных материалов группы железа и магнетита приведены в [8]. Температурная зависимость намагниченности насыщения M_s некоторых ферритов представлена на рис. 4 [7]. С приближением к температуре Кюри гиромагнитный коэффициент $K_s = |\partial M / \partial T|$ увеличивается до максимальной величины. Таким образом, при решении уравнения диффузии и теплопроводности речь идёт о нахождении зависимости относительной концентрации компонентов смеси $C_i = n_i / n$ от пространственных координат и времени за счёт действия внешнего градиента температуры или термофоретической силы.

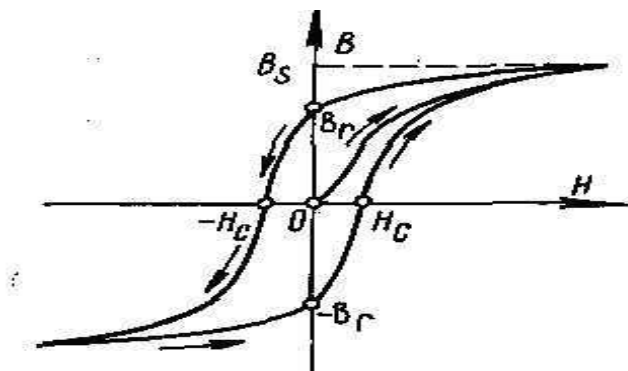


Рисунок 4 – Предельная петля гистерезиса

При решении уравнения теплопроводности речь идёт также о нахождении зависимости температуры среды от пространственных координат и времени, причем задана теплоёмкость и теплопроводность среды НЖК (также в общем случае являющейся неоднородной).

Ближайшим формальным аналогом уравнений диффузии и теплопроводности является уравнение Шрёдингера, отличающееся от данных уравнений множителем мнимая единица перед производной по времени:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) + q(x, y),$$

где q_{ij} – скорость увеличения температуры, обусловленная наличием в точке с координатами (x, y) источников тепла. Приращение температуры равно:

$$dT = a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) dt + q(x, y) dt.$$

Разобьём двумерную ячейку с частицей внутри НЖК на элементы,

образующие вертикальные столбцы с номером i и горизонтальные строки с номером j . Пусть в некоторый дискретный момент времени t температура элемента i -ого столбца j -ой строки была равна $T_{ij}(t)$. Чтобы найти её значение в следующий момент времени $t+dt$, необходимо численно решить представленное выше дифференциальное уравнение отдельно по столбцам и отдельно по строкам. Решая одномерную задачу теплопроводности по столбцам, получаем:

$$T_{i,j}(t+dt) = T_{i,j}(t) + a \frac{t_{i,j+1} - 2t_{i,j} + t_{i,j-1}}{h^2} dt + q_{i,j} dt, \quad (1)$$

где q_{ij} – быстрота увеличения температуры элемента вследствие наличия в нем источника тепла, $h = 1$. Аналогичным образом решается уравнение теплопроводности по строкам:

$$T_{i,j}(t+dt) = T_{i,j}(t) + a \frac{t_{i+1,j} - 2t_{i,j} + t_{i-1,j}}{h^2} dt + q_{i,j} dt. \quad (2)$$

Организовав два цикла по i и j , в которых перебираются все элементы пластины, вложенные в цикл по времени, можно рассчитать распределение температуры пластины в последующие моменты времени. Чтобы исключить влияние направления перебора элементов на результаты моделирования, следует организовать 4 цикла, в которых элементы двумерной ячейки жидкого кристалла перебираются слева направо, справа налево, снизу вверх, сверху вниз. Задают коэффициенты теплопроводности a и b вдоль осей координат x и y , начальное распределение температуры T_{ij} различных элементов пластины, координаты и мощности источников тепла q_{ij} . Считают, что $t = 0$

Таким образом, разработан алгоритм численных расчетов для системы уравнений методом конечных разностей. На базе представленного алгоритма численных расчетов методом конечных разностей разработана компьютерная программа с помощью математического пакета MatCAD, которая позволяет, исходя из начального распределения температуры и наличия источников тепла, рассчитать температуру различных точек в любой ячейке жидкого кристалла в дискретные моменты времени.

Для определения подвижности сферических магнитных микрочастиц от температуры при расчётах были использованы материальные свойства НЖК (MLC-6003; $T_{N-Iso} = 84^{\circ}\text{C}$; текучая вязкость $\eta_{//} = 0,06$ Пас; $\eta_{\perp} = 0,08$ Пас; $\rho_{LC} = 1100$ кг/м³) [3], а также коллоидного раствора НЖК/микрочастицы. Линейная термофоретическая подвижность микрочастиц в НЖК определяется выражением:

$$\mu = u / (\nabla T). \quad (3)$$

Температура может значительно изменить дисперсные свойства НЖК, как следствие, динамику движения микрочастиц. Скорость движения частиц зависит от ориентации НЖК. Максимальное значение скорости движения достигается при планарной ориентации НЖК, когда директор ориентирован параллельно градиенту температуры. Минимальное – при гомеотропной ориентации НЖК, когда директор перпендикулярен подложкам.

Из рис. 5 видно, что μ значительно возрастает с температурой до температуры точки просветления (84°C), достигая значений $\approx 1 \cdot 10^{-20}$, $0,6 \cdot 10^{-20}$

(м²/сек·К) для планарной и гомеотропной ориентаций НЖК ячейки соответственно. При температуре, превышающей точку просветления, значение линейной термофоретической подвижности (3) μ падает до 10⁻²¹ (м²/сек·К). Данное поведение объяснено значительной диссипацией энергии в слое НЖК вследствие теплового движения молекул.

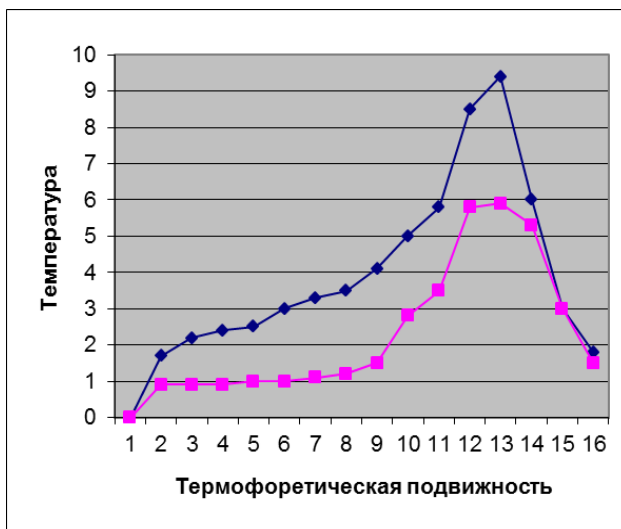


Рисунок 5 – Зависимость термофоретической подвижности $\mu, *10^{-21} (м^2 / сек \cdot К)$ от температуры ($t, *10^0 C$) для планарной (□) и гомеотропной (◇) ориентаций

Литература и примечания:

- [1] Суздалёв И.П. Нанотехнология. М.: КомКнига, 2005. – 234 с.
- [2] Де Жен П. Физика жидких кристаллов. М.: Мир, 1977. – 327 с.
- [3] Пикин С.А. Структурные превращения в жидких кристаллах. М.: Наука, 1981. – 325 с.
- [4] Самарский А.А., Гулин А.В. Устойчивость разностных схем. М.: Наука, 1973. – 415 с.
- [5] В.К. Аркадьев. Ферромагнитный резонанс и поведение ферромагнетиков в переменных магнитных полях. Ферромагнитный резонанс. М., 2001. – 174 с.
- [6] Гуревич А.Г. Магнитный резонанс в ферритах и антиферромагнетиках. М., 2003. – 182 с.
- [7] Моносов Я.А. Нелинейный ферромагнитный резонанс. М., 2001. – 123 с.
- [8] Авдеев М.В., Аксенов В.Л. Малоугловое рассеяние нейтронов в структурных исследованиях магнитных жидкостей (рус.) // УФН. – 2010. – Т. 180. – С. 1009-1034.

© Р.А. Сафиуллин, А.Н. Сергеев, М.К. Халяпов, 2014

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ ARTISTEER

Все чаще обычные печатные издания стали заменяться электронными. Использование электронного издания (ЭИ) более целесообразно с экономической точки зрения, так как затраты на запись на электронный носитель несоизмеримо меньше, чем на печать бумажного варианта. С другой стороны, использование электронного издания подразумевает наличие как минимум электронной книги, а как максимум – девайса с возможностью выхода в сеть Интернет. Использование электронных изданий в образовательном процессе накладывает определенные ограничения и с медицинской точки зрения [1]. Но, несмотря на наличие стольких отрицательных моментов использования ЭИ, они целенаправленно вводятся в практику преподавания не только в вузах, но и в школах.

В школах разрешены к использованию только ЭИ, полностью копирующие бумажный вариант учебника, так как федеральную экспертизу проходят только бумажные учебники [2]. В вузах требования менее жесткие, и преподаватели могут создавать ЭИ сами, руководствуясь требованиями стандарта по специальности и уровнем получаемого образования. Это оправдано с точки зрения обеспечения учебного процесса литературой, которой не всегда хватает в библиотеке, и возможности дополнять сухой материал учебника мультимедийными элементами.

Создание любого ЭИ, представляющего не просто копию бумажного носителя, а самостоятельный проект, начинается с разработки структуры и выбора средства выполнения ЭИ. Структура ЭИ может быть самой разнообразной и варьируется в зависимости от совокупности требований, предъявляемых к нему. Средства разработки ЭИ в настоящее время тоже достаточно разнообразны и могут представлять собой как простой документ с гипертекстовой разметкой или html, так и довольно сложные проекты, созданные с помощью специальных программных оболочек, например, MS Front Page, eAuthor, Adobe Dreamweaver и др. Рынок подобных продуктов довольно обширен, причем он представлен как платными, так и бесплатными оболочками.

Хотелось бы остановиться на основных возможностях программы Artisteer, которая подкупает своей простотой, огромными возможностями и недорогой ценой. Оригинальное назначение программы – автоматизированное создание шаблонов сайтов для дальнейшего их наполнения содержимым в Drupal, WordPress, Joomla, DotNetNuke и других системах управления контентом [3]. Но, как показала практика, данный продукт как нельзя лучше подходит для создания собственных электронных изданий, в том числе учебных.

Начнем с того, что программа имеет интуитивно понятный графический интерфейс, очень напоминающий MS Office. Немаловажным фактором является то, что программа предоставляет множество готовых шаблонов оформления с возможностью редактирования каждого блока выбранной структуры. Панель инструментов содержит несколько вкладок, на которых располагаются инструменты, дающие возможность создания оригинального шаблона из стандартного.

Таким образом, вы создаете структуру представления своего электронного издания. Вам предлагаются различные варианты страниц, полностью оформленных – с верхним и нижним колонтитулом, вставленными текстовыми блоками, изображениями, таблицами, списками, с поиском по изданию, с навигационными панелями и др.

Особое внимание уделяется созданию дизайна, так как это основная задача данной программы, органично соединяющей в себе возможности дизайнера и программиста.

Возможности дизайна ограничиваются, наверно, только вашей фантазией, ведь, кроме встроенных вариантов оформления, есть возможность самостоятельного создания текстур и узоров в удобных для вас программах, например, Adobe Photoshop.

Для обеспечения мультимедийных возможностей в Artisteer используется:

- добавление изображений из готовой коллекции или собственного производства;
- система гиперссылок, работающая как внутри создаваемого документа, так и в сети Интернет (для случая дистанционного обучения);
- слайд-шоу, которое можно добавить как в содержимое издания, так и в «шапку»;
- добавление видео-фрагментов;
- использование встроенной или созданной самостоятельно flash-анимации.

Несмотря на то, что программа изначально предполагает задание только структуры и дизайна, возможности наполнения контентом довольно обширны. Текст и графика добавляются без особых проблем простым копированием с сохранением возможности редактирования. Трудности возникают при использовании в тексте формул, которые могут добавляться только в качестве изображений.

Задача добавления формул в контент может быть решена несколькими способами. Самый простой – воспользоваться одной из предложенных систем управления контентом (Joomla, Drupal и др.), которая позволит аккуратно наполнить содержимым ваше издание. Недостатком данного способа является необходимость наличия сервера с установленной системой управления контентом и знаний о способе работы с ней.

Второй способ предоставляется самой программой Artisteer, которая автоматически переводит в html-код все ваши действия с шаблоном издания. Просмотрев html-код, вы имеете возможность внести в него необходимые изменения, например, записать формулы. Недостатком данного способа является необходимость хотя бы минимального знания языка гипертекстовой разметки.

Знание html существенно облегчит задачу добавления тестов в структуру электронного издания. При этом вы можете воспользоваться любым готовым кодом, просто скопировав и добавив его на страницу встроенного html-редактора. Тестовый контроль знаний довольно прочно вошел в практику контроля знаний, поэтому использование автоматического тестирования вполне обосновано и с точки зрения дидактики, и с точки зрения обеспечения мультимедийности издания.

Таким образом, Artisteer – программа, которая позволяет быстро создавать шаблоны электронных изданий, а наличие русскоязычного интерфейса дает возможность интуитивного обучения работе с ней.

Литература и примечания:

[1] О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Постановление главного государственного врача Российской Федерации от 03.06.03 №119 // http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/39/39082/

[2] Конохова К. С 2015 года в школах введут электронные учебники. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kp.ru/daily/26282.7/3159593/>

[3] Официальный сайт компании Artisteer. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.artisteer.com>

© Н.В. Седова, 2014

С.Н. Сейтвелиева

РВУЗ «КИПУ»,

г. Симферополь

ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

Эксперты из Массачусетского технологического института (MIT) [1] составили список, в который вошли 25 важнейших изобретений двух последних десятилетий, и наиболее значимыми среди них выделены – Интернет (WWW), сотовая телефония, персональные компьютеры. В повседневной реальности мобильные телефоны перестали быть только средством телефонной связи, эти аппараты используются для различных целей, в том числе для выхода в Интернет.

По данным международной организации ITU [2] (International Telecommunication Union; в пер.: Международный союз электросвязи), на сегодняшний день в мире насчитывается 2 802 478 тысяч пользователей Интернет – это почти треть населения Земли. По сравнению с данными 2000 года число пользователей Интернет выросло примерно в 7 раз (в 2000 году было 360 985,1 тыс. пользователей).

К концу 2014 года число пользователей Интернета во всем мире достигнет почти 3 млрд. Две трети мировых интернет-пользователей приходится на жителей развивающихся стран. В развивающихся странах число интернет-пользователей удвоилось в течение 5 лет, от 974 млн. в 2009 году до 1,9 миллиарда в 2014 году [3].

При рассмотрении распределения числа пользователей Интернет (рис. 1) по регионам мира в 2014 году можно увидеть, что самое большое количество пользователей проживает в Азиатском регионе – 45,1% (1265143,7 тыс. чел.); в Европе – 20,2% пользователей (566261,3 тыс. чел.), в Северной Америке – 10,7% (300287,6 тыс. чел.), в Латинской Америке и странах Карибского моря – 10,8% (302006 тыс. чел.), в Африке – около 8,6% (240146,5 тыс. чел.), на Ближнем Востоке – чуть больше 3,7%.

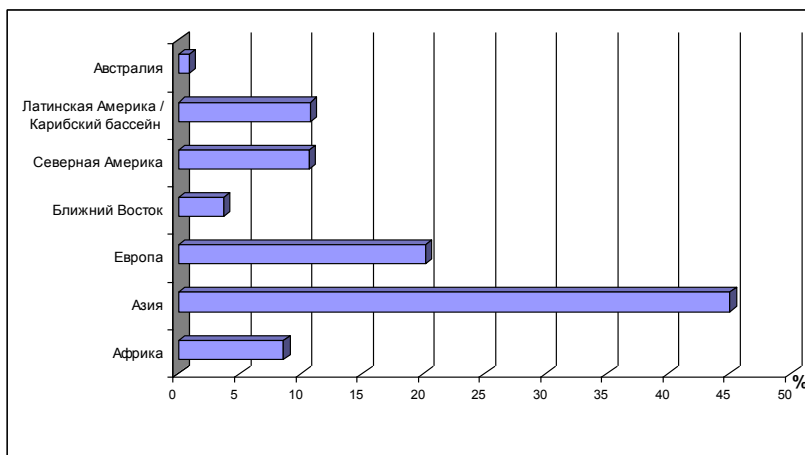


Рисунок 1 – Статистика пользователей Интернет, 2014 г.

Если посмотреть на мировую статистику использования Интернета [4], на рост числа пользователей Интернет с 2000 по 2014 годы, то самыми быстрорастущими регионами оказались Африка (выросло почти в 5000 раз), Ближний Восток (в 3000 раз), Латинская Америка и страны Карибского моря (в 1500 раз).

Исходя из приведенных выше данных числа жителей Земного шара, которым доступны Интернет и соответствующие услуги и сервисы, можно сделать вывод, что сегодня есть возможность активного использования Интернета в учебном процессе, а также складывается необходимость пересмотра методик обучения и создания новых педагогических методик и технологий, учитывающих современные возможности и реалии.

Глобальная сеть Интернет, без преувеличения, послужила началом информационной революции в человеческой цивилизации. Стремительное развитие сетевых технологий и глобальной сети Интернет в последнее десятилетие дало возможность любому быть приобщенным/иметь доступ к информационным ресурсам всего человеческого сообщества. В настоящее время трудно привести в пример какую-либо отрасль человеческой деятельности, где не используются возможности и инфраструктура глобальной сети. Примеры использования возможностей сети Интернет в настоящее время: платформа для образования, маркетинга, заработка, коммуникации и т.д.

Примерами приложений, которые применяются или могут быть успешно применены в образовании и для которых необходим широкополосный Интернет-доступ, являются: потоковые медиа- и видеоконференции, дистанционное обучение, приложения web 2.0, онлайн-классы для поддержки профессионального развития, онлайн-оценивание и безопасное представление данных, мультимедийные приложения, позволяющие делать обучение интересным и релевантным, программы класса 1-to-1, которые студенты могут самостоятельно изучать, имея доступ к ним в любое время суток, используя при этом подключенное к Интернету оборудование.

Таким образом, новые Интернет-технологии не только меняют окружающую нас жизнь, но и активно влияют на формы и содержание

образования. Такие технологии позволяют заинтересовать студентов, интенсифицировать процесс изучения учебного материала, а также улучшают качество обучения и изучения. Для успешного использования этих технологий необходима соответствующая ИТ-инфраструктура.

Литература и примечания:

- [1] MIT – Massachusetts Institute of Technology [Electronic resource]. – 2014. – URL: <http://web.mit.edu>
- [2] About ITU [Electronic resource]. – URL: <http://www.itu.int/en/about/Pages/default.aspx>
- [3] International Telecommunication Union // The World in 2014: ICT Facts and Figures [Electronic resource]. – 2014. – URL: <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/facts/default.aspx>
- [4] Internet World Stats: World usage and population statistics [Electronic resource]. – 2014. – URL: <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>

© С.Н. Сейтвелиева, 2014

***С.М. Сейдаметова,
С.Н. Сейтвелиева
РВУЗ «КНПУ»
г. Симферополь***

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В ИТ-ОБРАЗОВАНИИ

Необходимость изменения идеологии подготовки специалистов в области компьютеринга отмечена в трудах многих современных педагогов. Так, факторы, влияющие на ИТ-образование, а именно: состояние мирового рынка труда, современные образовательные стандарты, языки программирования, представлены в статье [1]. Авторы рассмотрели педагогический инструментарий в области Computer Science, соответствующий требованиям времени. Для разработки программ обучения и подготовки учебных предметов предложено учитывать рекомендации стандарта Computer Science Computing Curricula 2013, а также новые подходы к изучению основ программирования. Отмечается, что для подготовки CS-специальностей наиболее важными ключевыми являются вступительные CS-курсы, которые, прежде всего, должны ознакомить студентов с концепциями программирования. Немаловажным считается выбор парадигм программирования и соответствующих им языков программирования. Так, отмечена тенденция перехода от языка C к языкам Java и Python, использование в обучении программированию визуальных языков программирования – Alice и Scratch.

О смене приоритетов в области ИТ-образования речь идет в работе [2]. По мнению автора, подготовка ИТ-специалистов должна выполняться в соответствии с изменениями в ИТ-сфере, к которым относятся: широкое внедрение сервис-ориентированных и веб-ориентированных архитектур, технологии виртуализации, облачные вычисления и др. Отмечается, что вузы – «провайдеры ИТ-специальностей» – не успевают за динамичными изменениями в области информационных и компьютерных технологий. Авторами труда

предложены следующие подходы решения проблемы высококвалифицированных и конкурентоспособных ИТ-специалистов: учебные планы должны соответствовать современным реалиям ИТ-сферы, а преподаватели должны быть готовыми использовать новые информационные технологии; студентам необходимо предлагать дополнительные образовательные программы по новым информационным технологиям; кафедры, выпускающие ИТ-специалистов, должны сотрудничать с ИТ-компаниями; вузы должны заниматься научной деятельностью, направленной на разработку перспективных информационных технологий.

Представляет интерес предложенный в работе показатель оценивания дополнительных условий лицензирования ИТ-специальностей – возможность предоставления студентам дополнительных образовательных программ, ориентированных на освоение современных ИТ и подкрепленных сертификатами ведущих ИТ-компаний. Эти сертификаты студенты должны иметь возможность получать во время обучения в вузе.

Повысить свою квалификацию или приобрести необходимые знания уже в процессе трудовой деятельности современному специалисту (выпускнику, студенту) позволяют популярные в настоящее время программы сертификации. Сертификация позволяет ИТ-специалистам и студентам приобрести современные, востребованные на рынке труда компетенции, которые ценятся работодателями, а также повысить уровень своего профессионального и даже финансового потенциала. Достаточно общепризнанная система сертификации в настоящее время – это так называемая международная ИТ-сертификация, позволяющая получить сертификат от самого вендора/производителя того или иного продукта. Лидерами в этом направлении на протяжении уже многих лет являются компании-производители программного и аппаратного обеспечения, сетевого и телекоммуникационного оборудования и т.д. (Microsoft, Google, HP, Cisco, Oracle, IBM и др). Программы сертификации, которые разрабатываются производителями программного обеспечения, вендорами или организациями, – это перечень курсов и тестов, которыми необходимо овладеть и сдать для получения сертификата определенной квалификации. Для получения сертификата необходимо сдать один или несколько сертификационных экзаменов в основном в виде тестов. Наряду с электронными тестами (теоретическая часть сертифицируемой области знаний) соискателю зачастую приходится сдавать лабораторный (практический) экзамен, позволяющий оценить профессиональные компетенции специалиста.

Таким образом, профессиональная сертификация дает возможность ИТ-специалистам пройти обучение и получить официальное подтверждение своим компетенциям в области новейших информационно-компьютерных технологий.

Литература и примечания:

[1] Сейдаметова З.С. Факторы, влияющие на ИТ-образование: рынок труда, образовательные стандарты, языки программирования / З.С. Сейдаметова, В.А. Темненко // Инженерия программного обеспечения, № 1. – К.: НАУ, 2010. – С. 62-70.

[2] Погорілій С. Проблеми ліцензування та акредитації в галузі ІТ-освіти / С. Погорілій // Вища школа, № 11. – 2013. – С. 28-33.

© С.М. Сейдаметова, С.Н. Сейтвелиева, 2014

*М.М. Скворцов,
А.О. Антонов,
Д.А. Кирсанов,
А.С. Сивиркина
РИ (филиал)*

*Университета машиностроения,
г. Рязань*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ MATHCAD ПРИ РАСЧЕТЕ ТЕПЛОЕМКОСТИ МЕТАЛЛОВ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ МЕТОДОМ ОХЛАЖДЕНИЯ

Определение теплоемкости металлов является одним из основных разделов физики «Термодинамика». Теплоемкость характеризует свойства металла, дает представление о возможности его использования в различных отраслях промышленности и науки. При модернизации лабораторной работы «Определение теплоемкости металлов методом охлаждения» был использован пакет MathCAD для обработки экспериментальных данных, полученных в ходе выполнения.

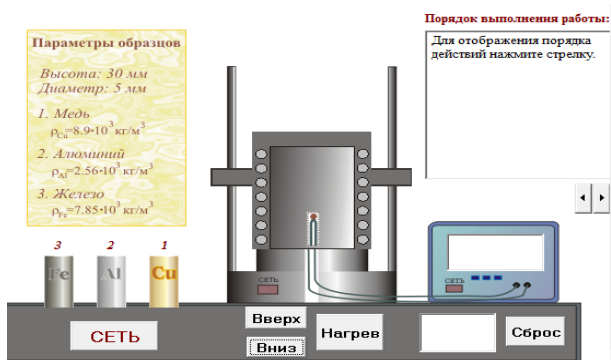


Рисунок 1 – Экспериментальная установка

Методика эксперимента: нажимаем кнопку «Сеть» на нижней панели управления. Поднимаем электропечь по направляющим стержням, нажав кнопку «Вверх». Помещаем в печь медный образец. Опускаем электропечь. Включаем электропечь, нажав кнопку «Нагрев». Образец начнет нагреваться. Когда температура образца достигнет 600°C, автоматически отключится источник тока, питающий электропечь. Быстро поднимаем печь по направляющим стержням до упора, нажав кнопку «Вверх». В момент подъема будет запущен секундомер на нижней панели управления. Нагретый образец начнет охлаждаться. Через каждые 10 секунд производим запись температуры T образца по показаниям гальванометра, пока температура образца не достигнет 40°C. Вернем образец на стол, щелкнув на нем мышкой. Сбросим показания секундомера и гальванометра, нажав кнопку «Сброс».

После этого повторяем опыт с железным и медным образцами. Данные

заносим в таблицу.

$$a := \begin{pmatrix} 0 & 10 & 20 & 30 & 40 & 50 & 60 & 70 & 80 & 90 & 100 & 110 & 120 & 130 & 140 & 150 & 160 & 170 & 180 & 190 & 200 \\ 600 & 512 & 434 & 366 & 308 & 259 & 218 & 183 & 155 & 131 & 111 & 95 & 82 & 71 & 62 & 54 & 48 & 43 & 40 & 40 & 40 \\ 600 & 451 & 338 & 253 & 190 & 144 & 110 & 85 & 68 & 55 & 45 & 40 & 40 & 40 & 40 & 40 & 40 & 40 & 40 & 40 & 40 \\ 600 & 518 & 446 & 383 & 328 & 281 & 241 & 206 & 177 & 152 & 131 & 113 & 98 & 86 & 75 & 67 & 59 & 53 & 48 & 43 & 40 \end{pmatrix}$$

Рисунок 2 – Экспериментальные данные в виде матрицы

При модернизации данной лабораторной работы нами был предложен и разработан следующий алгоритм действий, облегчающий многие вычислительные операции и позволяющий следить наглядно за правильностью ее выполнения на каждом этапе:

1) Запишем данные, полученные в ходе опыта, в виде четырех матриц-векторов T, TCu, TAl, TFe в среде MathCAD.

$$t := \text{submatrix}(a, 0, 0, 0, 20)^T = \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 10 \\ 20 \\ 30 \\ 40 \\ 50 \\ 60 \\ 70 \\ 80 \\ 90 \\ 100 \\ 110 \\ 120 \\ 130 \\ 140 \\ 150 \\ \dots \end{matrix}$$

$$TCu := \text{submatrix}(a, 1, 1, 0, 20)^T = \begin{matrix} 0 \\ 600 \\ 512 \\ 434 \\ 366 \\ 308 \\ 259 \\ 218 \\ 183 \\ 155 \\ 131 \\ 111 \\ 95 \\ 82 \\ 71 \\ 62 \\ 54 \\ \dots \end{matrix}$$

$$TAl := \text{submatrix}(a, 2, 2, 0, 20)^T = \begin{matrix} 0 \\ 600 \\ 451 \\ 338 \\ 253 \\ 190 \\ 144 \\ 110 \\ 85 \\ 68 \\ 55 \\ 45 \\ 40 \\ 40 \\ 40 \\ 40 \\ 40 \\ \dots \end{matrix}$$

$$TFe := \text{submatrix}(a, 3, 3, 0, 20)^T = \begin{matrix} 0 \\ 600 \\ 518 \\ 446 \\ 383 \\ 328 \\ 281 \\ 241 \\ 206 \\ 177 \\ 152 \\ 131 \\ 113 \\ 98 \\ 86 \\ 75 \\ 67 \\ \dots \end{matrix}$$

Рисунок 3 – Запись экспериментальных данных в виде матриц-векторов

2) Строим графики зависимости температуры T образца от времени t : $T = f(t)$.

3) Графическим методом найдем значения производных $\frac{dT}{dt}$ в точках, соответствующих температурам 500°C, 400°C, 300°C, 200°C, 100°C.

4) Рассчитаем массы образцов, учитывая, что они представляют собой цилиндры одинакового размера диаметром $D=5$ мм и высотой $h=30$ мм, а плотности металлов соответственно равны: $\rho_{Cu} = 8,91 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{Al} = 2,56 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{Fe} = 7,85 \text{ кг/м}^3$.

5) Определим теплоемкость алюминия, а потом теплоемкость железа для температур 500°C, 400°C, 300°C, 200°C, 100°C.

6) Построим графики зависимости теплоемкости эталонного медного образца и исследуемых алюминиевого и железного образцов $C = f(T)$.

7) Рассчитаем значения молярных теплоемкостей C_m для Cu, Al, Fe при

температуре 200°C, учитывая, что $C_m = C \cdot M$, где M – молярная масса.

8) Сравнивая полученные значения C_m с теоретической величиной C_m , определяемой правилом Дюлонга-Пти, определяем, что полученные значения практически идентичны. Вычисляем погрешность.

По предложенной схеме с помощью пакета MathCAD могут быть обработаны экспериментальные данные определения теплоемкости металлов методом охлаждения, полученные с помощью учебной установки.

© М.М. Скворцов, А.О. Антонов, Д.А. Кирсанов, А.С. Сивиркина, 2014

**И.С. Солоп,
С.И. Горлицкая,
СЗИП СПГУТД,
г. Санкт-Петербург**

ИНТЕРАКТИВНАЯ ИНСТАЛЛЯЦИЯ ПО КАРТИНЕ ХУДОЖНИКА Ю.М. НЕПРИНЦЕВА «ОТДЫХ ПОСЛЕ БОЯ»

Идею картины Юрию Михайловичу Непринцеву подсказали переживания военных лет, а также знаменитая поэма Александра Трифоновича Твардовского «Василий Тёркин». После начала войны художник добровольцем ушёл на фронт, служил в истребительном батальоне и действующих частях Краснознамённого Балтийского флота, принимал участие в обороне Ленинграда.

Напряжённая работа над картиной длилась с 1949 по 1951 год и увенчалась большим успехом автора. Показанная на Всесоюзной художественной выставке в Москве, картина получила высокую оценку зрителей и специалистов. В 1952 году за свое творческое произведение «Отдых после боя» Юрий Непринцев был удостоен Сталинской премии первой степени. Миллионами репродукций картина разошлась по всей стране, что заслуженно сделало её одним из самых известных и любимых произведений советского изобразительного искусства.

Оригинал картины «Отдых после боя» был подарен руководителю КНР Мао Цзэду. В 1953 году Юрий Непринцев написал вторую авторскую версию картины для Георгиевского зала Московского Кремля. В 1955 году – третью версию для Государственной Третьяковской галереи. Картина вошла в «золотой фонд» отечественной живописи как одно из лучших воплощений образа советского человека. Для Юрия Михайловича картина стала вершиной творчества, хотя в последующие годы им будет создано немало живописных и графических работ, в том числе и на темы Великой Отечественной войны. Вариант картины из собрания Государственной Третьяковской галереи неоднократно выставлялся на крупнейших художественных выставках.

Описание интерактивных элементов картины

В описании приведены некоторые примеры кодов, с помощью которых

картина приняла интерактивный вид.

Слева направо:

1. При нажатии на конверт в верхнем левом углу появляется описание картины.

Код выполнения:

```
//текст
tu_mc._alpha=0;
zx_mc.onRelease=function(){
if (zx_mc._alpha>90){
zx_mc._alpha-=50;
tu_mc._alpha+=90}
else{
zx_mc._alpha+=50;
tu_mc._alpha-=90
}
}
```

2. При наведении на первого персонажа происходит движение усами, сопровождающееся звуком, двигается ложка и падает шапка.

Код выполнения для падения объекта:

```
q=0;
var flagw=false;
sha1_mc.onRollOver = wu;
function wu () {
sha1_mc.enabled=false;
if (flagw==false){
flagw=true;
this.onEnterFrame=function(){
q++;
this._rotation -= 2;
if(q>=10){
this._y += 10;
if(this._y>800) {this._alpha=0}
//as_sound.stop();
flagw=false;
sha1_mc.enabled=true;
}}}}}
```

3. Солдат в коричневом тулупе одновременно шевелит рукой и головой.

4. Солдат в белом тулупе кивает головой, издавая при этом звук кашля, двигает рукой, падает пистолет.

5. Персонаж в черном тулупе двигает головой.

6. Солдат с улыбкой двигает рукой и головой.

Код выполнения движения:

```
c=0;
var flc=false;
```

```

ruk7_mc.onRollOver = cu;
function cu () {
ruk7_mc.enabled=false;
if (flc==false){
flc=true;
this.onEnterFrame=function(){
ruk7_mc.gotoAndPlay(2);
c++;
this._rotation += 0.1;
if(c>=10){
delete this.onEnterFrame;
c=0;
this.onEnterFrame=function(){
if(this._rotation>0) {this._rotation-=0.1}
if(this._rotation<=0){
flc=false;
ruk7_mc.enabled=true;
}}}}}}

```

7. У солдата на переднем плане слетает шапка.

8. Солдат в каске двигает рукой с папиросой, с присутствующим эффектом дыма.

9. Персонаж в шапке-ушанке двигает головой.

10. Персонаж в коричневом тулупе двигает головой.

11. При наведении на банку в нижней центральной части картины раздается выстрел, и она исчезает.

Код выполнения:

```

n=0;
var fl=false;
ban_mc.onRollOver = nu;
function nu () {
ban_mc.enabled=false;
if (fl==false){
fl=true;
var vys_sound:Sound=new Sound(ban_mc);
vys_sound.attachSound(«vys»);
vys_sound.stop();
vys_sound.start();
this.onEnterFrame=function(){
    ban_mc.gotoAndPlay(2);
n++;
this._rotation -= 2;
if(n>=10){
this._y += 2;
if(this._y<700) {this._alpha=0}
//as_sound.stop();
vys_sound.stop();
fl=false;

```

```
ban_mc.enabled=true;
}}}}
```

12. У центрального персонажа слетает шапка, одновременно движутся руки и шевелится голова.

13. Солдат в черной шапке в верхней центральной части картины двигает головой.

14. Солдат с улыбкой двигает головой, издавая звуки смеха.

15. Персонаж в темно-синем тулупе, находящийся правее центрального, двигает рукой и головой.

16. У персонажа с папиросой во рту шевелится ухо, сама папироса с присутствующим эффектом дыма, слетает шапка, движется мешок в ногах со звуковым сопровождением.

17. У солдата в белом камуфляжном костюме при наведении на автомат одновременно движется шапка.

Код выполнения для одновременного воспроизведения:

```
b=0;
var fl=false;
shap_mc.onRollOver = av_mc.onRollOver = function() {
av_mc.enabled=false;
shap_mc.enabled = false;
if (fl==false){
fl=true;
var v_sound:Sound=new Sound(av_mc);
v_sound.attachSound(«v»);
v_sound.stop();
v_sound.start();
shap_mc.onEnterFrame = av_mc.onEnterFrame=function(){
b++;
shap_mc._rotation += 0.5;
av_mc._rotation += 0.8;
if(b>=10){
delete this.onEnterFrame;
b=0;
shap_mc.onEnterFrame = av_mc.onEnterFrame=function(){
if(shap_mc._rotation>0) {shap_mc._rotation-=0.5}
if(shap_mc._rotation<=0){
fl=false;
shap_mc.enabled = true;
}
if(av_mc._rotation>0) {av_mc._rotation-=0.8}
if(av_mc._rotation<=0){
fl=false;
av_mc.enabled=true;
}}}}}}
```

18. У солдата, расположенного в самом левом крае, движется голова.



Всего анимированных элементов картины: 36.

Всего использованных звуковых эффектов: 8.

Интерактивность придаёт картине привлекательность и способствует более выразительному видеоряду, добавляя мультимедийность.

Литература и примечания:

[1] Альберт Д.И., Альберт Е.Э. Action Script 2.0. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 1136 с.: ил. ISBN 5-94157-567-X.

© И.С. Солоп, С.И. Горлицкая, 2014

*А.А. Сухановская,
С.И. Горлицкая,
СЗИП СПГУТД,
г. Санкт-Петербург*

ИНТЕРАКТИВНАЯ ИНСТАЛЛЯЦИЯ ПО КАРТИНЕ «ФЛАМАНДСКИЕ ПОСЛОВИЦЫ» ПИТЕРА БРЕЙГЕЛЯ

«Фламандские пословицы» (нидерл. *Nederlandse Spreekwoorden*), или «Мир вверх тормашками» – написанная в 1559 году картина Питера Брейгеля-старшего, которая изображает буквальные значения нидерландских пословиц.

Картина, представленная в Берлинской картинной галерее, наполнена символами, относящимися к нидерландским пословицам и поговоркам, однако не все из них расшифрованы современными исследователями, так как некоторые

выражения с ходом времени были забыты. В данной картине с большой художественной силой Брейгель изобразил абсурдность жизни, слабости и глупости человека.

На картине изображено около ста известных пословиц, хотя, вероятно, Брейгель на самом деле изобразил ещё больше, которые не расшифрованы до сих пор.

Интерактивные анимированные объекты картины

Объекты для анимации были выбраны не случайным образом, так как они напрямую взаимосвязаны с изображенными на картине пословицами.



Корабль – плывет при наведении – «Держать глаз на парусе».



Аист – при наведении улетает – «Пялить глаз на аиста».



Человек в башне – исчезает из окна – его также относят к поговорке «Пялить глаз на аиста», так как именно он смотрит на него.



Человек на башне с плащом – при наведении плащ падает – «Вешать плащ по ветру».



Метла, торчащая из окна, – улетает при наведении – «Высунуть метлу».



Нож, висящий под окном, – при наведении двигается из стороны в сторону – «Тут висит нож».



Игральные карты – при наведении разлетаются в разные стороны – «Зависит от того, как карта ляжет».



Стрелы – при наведении улетают со свистом – «Выстрелить (из арбалета) второй раз, чтобы поймать первую стрелу».



Человек с аллегорическим изображением мира в руке – при наведении шар выпадает и катится – «Вертеть мир на большом пальце».



Человек, тянувшийся за хлебом, – при наведении хлеб соскальзывает с доски – «От буханки хлеба не дотянуться до другой буханки».



Лопатка, находящаяся на той же доске, где хлеб, при наведении скатывается – «Мотыга без ручки».



Человек у вывески с месяцем – при наведении на вывеску она раскачивается – «Мочиться на Луну».



Человек у стены с ножом в руке – при наведении двигается рука с ножом – «Биться головой о стену».

© А.А. Сухановская, С.И. Горлицкая, 2014

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ФЕДОРЕНКО ДЛЯ БАЛЛИСТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПЕРЕЛЁТА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С ДВИГАТЕЛЕМ МАЛОЙ ТЯГИ В СИСТЕМЕ ЗЕМЛЯ-ЛУНА

В работе использовалась методика оптимизации параметров и управлений межпланетными траекториями космических аппаратов, которая базируется на идеях оптимизации составных динамических систем и на методе последовательной линеаризации Р.П. Федоренко, допускающем ограничения на функционалы, имеющие производные Фреше [1].

В данной работе рассматривается вариационная задача об оптимизации перелётов КА с двигателем малой тяги, где требуется обеспечить минимальную стартовую массу КА и удовлетворить условиям попадания КА на конечную орбиту. Движение КА в плоской полярной системе координат (рисунок 1) описывается следующей системой уравнений [2]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dr}{dt} = V_r \\ \frac{d\varphi}{dt} = \frac{V_\varphi}{r} \\ \frac{dV_r}{dt} = \frac{V_\varphi^2}{r} - (1 - \mu_l) \cdot \frac{r + R_z \cdot \cos(\varphi - \eta)}{r_z^3} - \frac{\mu_l \cdot (r - R_l \cdot \cos(\varphi - \eta))}{r_l^3} + a_r \\ \frac{dV_\varphi}{dt} = -\frac{V_r \cdot V_\varphi}{r} + (1 - \mu_l) \cdot \frac{R_z \cdot \sin(\varphi - \eta)}{r_z^3} - \frac{\mu_l \cdot R_l \cdot \sin(\varphi - \eta)}{r_l^3} + a_\varphi \\ \frac{d\bar{m}}{dt} = \frac{a_0 \cdot \delta}{c}, \quad a_r = \frac{a_0 \cdot \delta}{(1 - \bar{m})} \cdot \cos \lambda, \quad a_\varphi = \frac{a_0 \cdot \delta}{(1 - \bar{m})} \cdot \sin \lambda \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\text{где } \cos \lambda = \frac{V_r}{\sqrt{V_r^2 + V_\varphi^2}}, \quad \sin \lambda = \frac{V_\varphi}{\sqrt{V_r^2 + V_\varphi^2}}.$$

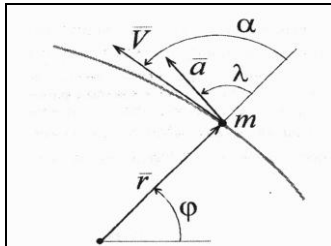


Рисунок 1 – Математическая модель движения КА с двигателями малой тяги в плоской полярной системе координат

Введем в рассмотрение:

$\bar{x}(t)$ – вектор фазовых координат КА, который подчиняется граничным условиям. В нашем случае имеем следующие фазовые координаты:
 $\bar{X}(t) = (r, \varphi, V_r, V_\varphi, m)$;

$\bar{u}(t)$ – вектор функций управлений. В нашем случае вектор функций управлений примет следующий вид: $\bar{u}(t) = (\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$.

Введем критерий оптимальности через функционал I^* , который является суммой условия минимального расхода рабочего тела ($m \rightarrow \min$) и условий попадания КА на конечную круговую орбиту:

$$J = m(t_k^{[5]}) + (r^{[5]}(t_k^{[5]}) - r_{L2})^2 + (\varphi^{[5]}(t_k^{[5]}) - \omega_{JL} t_k^{[5]})^2 + (v_r^{[5]}(t_k^{[5]}))^2 + (v_\varphi^{[5]}(t_k^{[5]}) - v_{\varphi L2})^2 \rightarrow \min \quad (2)$$

где:

r_{L2} – орбита точки либрации L2 системы Земля-Луна;

$\varphi_{JL} = \omega_{JL} t_k^{[5]}$, где ω_{JL} – скорость вращения Луны вокруг Земли;

$v_{\varphi L2} = \sqrt{\frac{1}{r_{L2}}}$ – угловая скорость на орбите точки либрации L2 системы

Земля-Солнце.

Тогда для решения поставленной задачи нам необходимо найти частные производные функционала I^* по оптимизируемым проектным параметрам и параметрам управления:

$$\frac{\partial I^*}{\partial T_1}, \frac{\partial I^*}{\partial T_{2n}}, \frac{\partial I^*}{\partial T_{2k}}, \frac{\partial I^*}{\partial T_{3n}}, \frac{\partial I^*}{\partial T}, \frac{\partial I^*}{\partial \lambda_1}, \frac{\partial I^*}{\partial \lambda_2}, \frac{\partial I^*}{\partial \lambda_3}, \frac{\partial I^*}{\partial a_0}, \frac{\partial I^*}{\partial c_0} \quad (3)$$

Точное оптимальное решение подобной задачи было получено с использованием формализма принципа максимума Понтрягина и численного решения краевой задачи. Анализ этого решения показывает, что на траектории перелета имеется три участка работы двигателя, разделенных двумя пассивными участками (рисунок 2) [3].

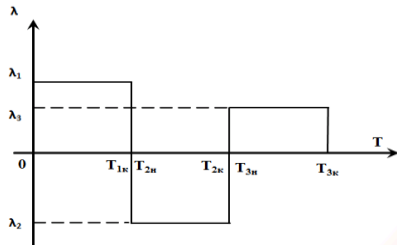


Рисунок 2 – Схема управления КА

На активных участках оптимальное направление тяги двигателя изменяется незначительно. Описанная структура управления может быть использована для построения приближенно-оптимального решения. Исходя из вышеизложенного, мы посчитали целесообразным разбить перелет КА на пять

участков: на первом участке $t \in [0; T_1]$, $\delta=1$, тяга направлена под постоянным углом λ_1 к радиус-вектору КА; на втором участке $t \in (T_1; T_{2H})$, $\delta=0$; на третьем участке $t \in [T_{2H}; T_{2K}]$, $\delta=1$, λ_2 ; на четвертом участке $t \in [T_{2K}; T_{3H}]$, $\delta=0$, на пятом участке $t \in [T_{3H}; T]$, $\delta=1$, тяга направлена под постоянным углом λ_3 к радиус-вектору КА. Таким образом, u – кусочно-непрерывная функция управления, которую определяют три параметра: $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$.

Соответственно, для данного случая:

$$u^{[i]} = \{\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3\};$$

$$p^{[i]} = \{T_{2H}, T_{2K}, T_{3H}\};$$

$$q = \{T_0, T, a_0, c_0\}, \text{ где } a_0 - \text{ускорение КА, } c_0 - \text{скорость истечения газов.}$$

Начальные условия перелета соответствуют фазовым координатам Земли, следовательно:

$$\bar{x}(t_0^{(1)}) = \begin{pmatrix} r_{L1} \\ \varphi_{L1} \\ v_{rL1} \\ v_{\varphi L1} \\ 0 \end{pmatrix} \quad (4)$$

Проинтегрировав численно систему уравнений с начальными условиями, получаем значения фазовых координат в безразмерных величинах в конечный момент времени (5-й участок).

Составим гамильтониан для сопряженных функций $\psi_r, \psi_\varphi, \psi_{v_r}, \psi_{v_\varphi}, \psi_m$:

$$H = \frac{dr}{dt} \psi_r + \frac{d\varphi}{dt} \psi_\varphi + \frac{dv_r}{dt} \psi_{v_r} + \frac{dv_\varphi}{dt} \psi_{v_\varphi} + \frac{dm}{dt} \psi_m \quad (5)$$

Подставим правые части дифференциальных уравнений:

$$H = v_r \psi_r + \frac{v_\varphi}{r} \psi_\varphi + \left(\frac{v_\varphi^2}{r} - \frac{1}{r^2} + \frac{a_0}{1-m} \delta \cos \lambda \right) \psi_{v_r} + \left(-\frac{v_r v_\varphi}{r} + \frac{a_0}{1-m} \delta \sin \lambda \right) \psi_{v_\varphi} + \beta \psi_m$$

Найдем производные искоемых сопряженных функций по времени через частные производные гамильтониана по соответствующим фазовым координатам:

$$\begin{cases} \frac{d\psi_r}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial r} = -\left(-\frac{v_\varphi}{r^2} \psi_\varphi - \frac{v_\varphi^2}{r^2} \psi_{v_r} + \frac{2}{r^3} \psi_{v_r} + \frac{v_r v_\varphi}{r^2} \psi_{v_\varphi} \right) \\ \frac{d\psi_\varphi}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial \varphi} = 0 \\ \frac{d\psi_{v_r}}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial v_r} = -\left(\psi_r - \frac{v_\varphi}{r} \psi_{v_\varphi} \right) \\ \frac{d\psi_{v_\varphi}}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial v_\varphi} = -\left(\frac{\psi_\varphi}{r} + 2 \frac{v_\varphi}{r} \psi_{v_r} - \frac{v_r}{r} \psi_{v_\varphi} \right) \\ \frac{d\psi_m}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial m} = -\left(\frac{a_0}{(1-m)^2} \delta \cos \lambda \psi_{v_r} + \frac{a_0}{(1-m)^2} \delta \sin \lambda \psi_{v_\varphi} \right) \end{cases}$$

Скалярная функция μ , определяющая моменты окончаний участков, в общем случае имеет вид:

$$\mu^{[i]}(x^{[i]}(t^{[i]}), p^{[i]}, q, t_k^{[i]}) = 0$$

Рассчитаем значения функции μ на каждом участке для нашего случая:

$$\mu^{[1]} = t^{[1]} - p^{[1]} = t^{[1]} - T_1$$

$$\mu^{[2]} = t^{[2]} - p^{[2]} = t^{[2]} - T_{2н}$$

$$\mu^{[3]} = t^{[3]} - p^{[3]} = t^{[3]} - T_{2к}$$

$$\mu^{[4]} = t^{[4]} - p^{[4]} = t^{[4]} - T_{3н}$$

$$\mu^{[5]} = t^{[5]} - p^{[5]} = t^{[5]} - T_1$$

Так как на границах участков нет скачкообразного изменения фазовых координат, а происходит только переключение двигателя, то нет необходимости выполнять фазовое преобразование на границах участков.

$$\frac{\partial \mu^{[5]}}{\partial t} = 1; \frac{\partial \mu^{[5]}}{\partial x_i} = (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0);$$

$$\frac{\partial \mu^{[4]}}{\partial t} = 1; \frac{\partial \mu^{[4]}}{\partial x_i} = (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0);$$

$$\frac{\partial \mu^{[3]}}{\partial t} = 1; \frac{\partial \mu^{[3]}}{\partial x_i} = (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0);$$

$$\frac{\partial \mu^{[2]}}{\partial t} = 1; \frac{\partial \mu^{[2]}}{\partial x_i} = (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0);$$

$$\frac{\partial \mu^{[1]}}{\partial t} = 1; \frac{\partial \mu^{[1]}}{\partial x_i} = (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0);$$

$$a^{[5]} = -\frac{1}{\mu_x^{[5]} f_k^{[5]} + \mu_t^{[5]}} = -1$$

$$d = a^{[5]}(F_t + F_x f_k^{[5]}) = -1(\beta + 2(r^{[5]}(t_k^{[5]}) - r_{L2})|_T \cdot v_r|_T + 2(\varphi^{[5]}(t_k^{[5]}) - \omega_{JL} t_k^{[5]})|_T + 2(v_\varphi^{[5]}(t_k^{[5]}) - v_{\varphi L2})|_T \cdot (-\frac{v_r v_\varphi}{r} + \frac{a_0}{1-m} \delta \sin \lambda)|_T)$$

Затем необходимо найти значения правых частей системы ДУ для фазовых координат в конечный момент времени:

$$\begin{cases} f_t(T_k) = v_r(T_k) \\ f_\varphi(T_k) = \frac{v_\varphi}{r}(T_k) \\ f_{v_r}(T_k) = (\frac{v_\varphi^2}{r} - \frac{1}{r^2} + \frac{a_0}{1-m} \delta \cos \lambda)(T_k) \\ f_{v_\varphi}(T_k) = (-\frac{v_r v_\varphi}{r} + \frac{a_0}{1-m} \delta \sin \lambda)(T_k) \\ f_m(T_k) = \beta \end{cases}$$

Теперь необходимо отыскать значения сопряженных функций в конечной точке:

$$\begin{aligned} \psi^{[5]}|_T &= F_x + d\mu_x^{[5]} \\ \begin{pmatrix} \psi_r \\ \psi_\varphi \\ \psi_{v_r} \\ \psi_{v_\varphi} \\ \psi_m \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} 2(r^{[5]}(t_k^{[5]} - r_{L2})) \\ 2(\varphi^{[5]}(t_k^{[5]} - \omega_{L2} t_k^{[5]})) \\ 2v_r^{[5]}(t_k^{[5]}) \\ 2(v_\varphi^{[5]}(t_k^{[5]} - v_{\varphi L2})) \\ 1 \end{pmatrix} \\ \frac{\partial J}{\partial \lambda_1}, \frac{\partial J}{\partial \lambda_2}, \frac{\partial J}{\partial \lambda_3} \end{aligned}$$

Найдем

Сначала определим $\omega^i(s)$ (аналитические производные функционала по

$u^{[i]}$):

$$\omega^i(s) = \psi_r^T(s) f_u^i(s), \quad i = 1, \dots, K;$$

где функции ψ_i являются решениями уравнений:

$$\frac{d\psi_i}{dt^i} = -(f_x^i)^T \psi_i, \quad i = 1, \dots, K$$

В нашем случае $\omega^i(s)$ примет следующий вид:

$$\omega = -\psi_{v_r} \frac{a_0}{1-m} \delta \sin \lambda + \psi_{v_\varphi} \frac{a_0}{1-m} \delta \cos \lambda \quad (6)$$

$$\omega_{\lambda_1} = \int_0^{t_1} \omega(s) ds$$

$$\omega_{\lambda_2} = \int_{t_{2n}}^{t_{2k}} \omega(s) ds$$

$$\omega_{\lambda_3} = \int_{t_{3n}}^T \omega(s) ds$$

Теперь найдем $\frac{\partial J}{\partial \bar{q}}$:

$$\frac{\partial \bar{f}}{\partial \bar{q}} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\cos \lambda \cdot \delta}{1-m} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\sin \lambda \cdot \delta}{1-m} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\delta}{c_0} & -\frac{a_0 \cdot \delta}{c_0^2} \\ \frac{\partial \bar{f}}{\partial t_{10}} & \frac{\partial \bar{f}}{\partial t_k} & \frac{\partial \bar{f}}{\partial a_0} & \frac{\partial \bar{f}}{\partial c_0} \end{pmatrix}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial J}{\partial q} = D = & (\psi^{[1]}(t_0^{[1]}))^T \cdot \frac{\partial \bar{\varphi}^{[0]}}{\partial q} + (\psi^{[2]}(t_0^{[2]}))^T \cdot [\frac{\partial \bar{\varphi}^{[1]}}{\partial q} + \bar{c}^{[1]} \frac{\partial \mu^{[1]}}{\partial q} - f^{[2]}(t_0^{[2]}) \cdot \\ & (\frac{\partial \tau^{[1]}}{\partial q} + b^{[1]} \frac{\partial \mu^{[1]}}{\partial q})] + (\psi^{[3]}(t_0^{[3]}))^T \cdot [\frac{\partial \bar{\varphi}^{[2]}}{\partial q} + \bar{c}^{[2]} \frac{\partial \mu^{[2]}}{\partial q} - f^{[3]}(t_0^{[3]}) (\frac{\partial \tau^{[2]}}{\partial q} + \\ & + b^{[2]} \frac{\partial \mu^{[2]}}{\partial q})] + (\psi^{[4]}(t_0^{[4]}))^T \cdot [\frac{\partial \bar{\varphi}^{[3]}}{\partial q} + \bar{c}^{[3]} \frac{\partial \mu^{[3]}}{\partial q} - f^{[4]}(t_0^{[4]}) (\frac{\partial \tau^{[3]}}{\partial q} + b^{[3]} \cdot \\ & \cdot \frac{\partial \mu^{[3]}}{\partial q})] + \sum_{i=1}^5 (\int_{t_0^{[i]}}^{t_k^{[i]}} (\psi^{[i]}(s))^T \cdot \frac{\partial \bar{f}^{[i]}}{\partial q} ds) + \frac{\partial F}{\partial q} + d \frac{\partial \mu^{[5]}}{\partial q}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial J}{\partial q} = & \left(\frac{\partial J}{\partial t_{10}}; \frac{\partial J}{\partial t_k}; \frac{\partial J}{\partial a_0}; \frac{\partial J}{\partial c_0} \right) = (0; -d; \int_{t_0}^{t_k} (\psi_{v_r} \cdot \frac{\cos \lambda \cdot \delta}{1-m} + \\ & + \psi_{v_\varphi} \cdot \frac{\sin \lambda \cdot \delta}{1-m} + \psi_m \cdot \frac{\delta}{c_0}) ds; \int_{t_0}^{t_k} (-\psi_m \cdot \frac{a_0 \delta}{c_0^2}) ds); \\ \frac{\partial J}{\partial t_{10}} = & 0; \\ \frac{\partial J}{\partial t_k} = & -d = -1(\beta + 2(r^{[5]}(t_k^{[5]}) - r_{L2})|_T \cdot v_r|_T + 2(\varphi^{[5]}(t_k^{[5]}) - \omega_{Jl} t_k^{[5]})|_T \cdot \\ & \cdot \frac{v_\varphi}{r}|_T + 2v_r^{[5]}(t_k^{[5]})|_T (\frac{v_\varphi^2}{r} - \frac{1}{r^2} + \frac{a_0}{1-m} \delta \cos \lambda)|_T + 2(v_\varphi^{[5]}(t_k^{[5]}) - v_{\varphi L2})|_T \cdot \\ & \cdot (-\frac{v_r v_\varphi}{r} + \frac{a_0}{1-m} \delta \sin \lambda)|_T) \\ \frac{\partial J}{\partial a_0} = & \int_{t_0}^{t_k} (\psi_{v_r} \cdot \frac{\cos \lambda \cdot \delta}{1-m} + \psi_{v_\varphi} \cdot \frac{\sin \lambda \cdot \delta}{1-m} + \psi_m \cdot \frac{\delta}{c_0}) ds \\ \frac{\partial J}{\partial c_0} = & \int_{t_0}^{t_k} (-\psi_m \cdot \frac{a_0 \cdot \delta}{c_0^2}) ds \\ \text{Теперь найдем } & \frac{\partial J}{\partial p}: \end{aligned}$$

$$\frac{\partial J}{\partial p} = \left(\frac{\partial J}{\partial p^{[1]}}; \frac{\partial J}{\partial p^{[2]}}; \frac{\partial J}{\partial p^{[3]}}; \frac{\partial J}{\partial p^{[4]}} \right) \cdot \begin{pmatrix} \frac{\partial p^{[1]}}{\partial p} \\ \frac{\partial p^{[2]}}{\partial p} \\ \frac{\partial p^{[3]}}{\partial p} \\ \frac{\partial p^{[4]}}{\partial p} \end{pmatrix}$$

Так как все начальные условия являются константами, то:

$$\Pi^0 \frac{\partial p^{[0]}}{\partial p} = 0$$

$$\begin{aligned} \Pi^{[1]} = & (\psi^{[2]}(t_0^{[2]}))^T \cdot [\frac{\partial \bar{\varphi}^{[1]}}{\partial p^{[1]}} + \bar{c}^{[1]} \frac{\partial \mu^{[1]}}{\partial p^{[1]}} - f^{[2]}(t_0^{[2]}) (\frac{\partial \tau^{[1]}}{\partial p^{[1]}} + b^{[1]} \frac{\partial \mu^{[1]}}{\partial p^{[1]}})] + \\ & + \int_{t_0^{[1]}}^{t_k^{[1]}} (\psi^{[1]}(s))^T \cdot \frac{\partial \bar{f}^{[1]}}{\partial p^{[1]}}(s) ds = (\psi^{[2]}(t_k^{[2]}))^T \cdot [f^{[1]}(t_k^{[1]}) - f^{[2]}(t_0^{[2]})]; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial J}{\partial t_{1k}} &= \frac{\partial J}{\partial p^{[1]}} = \Pi^{[1]} = \psi_{v_r}^{[2]}(t_0^{[2]}) \cdot \cos \lambda_1 \frac{a_0}{1 - m(t_0^{[2]})} + \psi_{v_\phi}^{[2]}(t_0^{[2]}) \cdot \\
&\cdot \sin \lambda_1 \cdot \frac{a_0}{1 - m(t_0^{[2]})} + \psi_m^{[2]}(t_0^{[2]}) \frac{a_0}{c_0} \\
\Pi^{[2]} &= (\psi^{[3]}(t_k^{[3]}))^T \cdot [f^{[2]}(t_k^{[2]}) - f^{[3]}(t_0^{[3]})]; \\
\frac{\partial J}{\partial t_{2n}} &= \frac{\partial J}{\partial p^{[2]}} = \Pi^{[2]} = \psi_{v_r}^{[3]}(t_0^{[3]}) \cdot \cos \lambda_2 \frac{a_0}{1 - m(t_0^{[3]})} + \psi_{v_\phi}^{[3]}(t_0^{[3]}) \cdot \\
&\cdot \sin \lambda_2 \cdot \frac{a_0}{1 - m(t_0^{[3]})} + \psi_m^{[3]}(t_0^{[3]}) \frac{a_0}{c_0} \\
\frac{\partial J}{\partial t_{2k}} &= \frac{\partial J}{\partial p^{[3]}} = \Pi^{[3]} = \psi_{v_r}^{[4]}(t_0^{[4]}) \cdot \cos \lambda_2 \frac{a_0}{1 - m(t_0^{[4]})} + \psi_{v_\phi}^{[4]}(t_0^{[4]}) \cdot \sin \lambda_2 \cdot \\
&\cdot \frac{a_0}{1 - m(t_0^{[4]})} + \psi_m^{[4]}(t_0^{[4]}) \frac{a_0}{c_0} \\
\frac{\partial J}{\partial t_{3n}} &= \frac{\partial J}{\partial p^{[4]}} = \Pi^{[4]} = \psi_{v_r}^{[5]}(t_0^{[5]}) \cdot \cos \lambda_3 \frac{a_0}{1 - m(t_0^{[5]})} + \psi_{v_\phi}^{[5]}(t_0^{[5]}) \cdot \sin \lambda_3 \cdot \\
&\cdot \frac{a_0}{1 - m(t_0^{[5]})} + \psi_m^{[5]}(t_0^{[5]}) \frac{a_0}{c_0}
\end{aligned}$$

Таким образом, мы отыскали аналитические выражения для всех искомым производных (3).

В правильности полученных значений можно убедиться, приблизительно вычислив эти же производные другим способом, например, методом конечных разностей.

Представленная аналитическая процедура вычисления производных Фреше требует лишь одно интегрирование составной динамической системы в «прямом времени» и одно интегрирование системы дифференциальных уравнений для сопряженных функций в «обратном времени» независимо от числа варьируемых параметров. Такое снижение вычислительных затрат (по сравнению с вычислением производных методом конечных разностей, который требует $n+1$ вычисление функционала, где n – количество варьируемых параметров) становится принципиальным для задач оптимизации траекторий КА с двигателями малой тяги, в которых непрерывное управление аппроксимируется тысячами варьируемых параметров.

Литература и примечания:

- [1] Федоренко Р.П. Приближенное решение задач оптимального управления. – М.: Наука, 1978.
- [2] Старинова О.Л. Расчет межпланетных перелетов космических аппаратов с малой тягой. – Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2007. – 196 с.

[3] Салмин В.В., Лазарев Ю.Н., Старинова О.Л. Методы оптимального управления и численные методы в задачах синтеза технических систем. – Самара: Изд-во СГАУ, 2007. – 161 с.

© М.К. Файн, О.Л. Старинова, 2014

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ

*Материалы I Всероссийской (заочной) научно-практической конференции
(с международным участием)
Том 3 (секция «Физико-математические науки»)
г. Нефтекамск, 5 декабря 2014 г.*

Подписано в печать 6.12.2014 г. Формат 60х84/16
Усл. печ. л. 7,25. Тираж 100 экз. Заказ 3.

*Редакционно-издательский отдел
ООО «Наука и образование»
452681, РБ, г. Нефтекамск, ул. Дорожная, 15а*

*Отпечатано в редакционно-издательском отделе
ООО «Наука и образование»
Телефон 8 (937) 333-86-86
E-mail: vostretsow@yandex.ru*