



**МАТЕРИАЛЫ XII МЕЖДУНАРОДНОЙ ЗАОЧНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ – ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

Новосибирск, 2012 г.

УДК 62
ББК 30
Т 38

Т 38 «Технические науки — от теории к практике»: материалы XII международной заочной научно-практической конференции. (30 июля 2012 г.); [под ред. Я. А. Полонского]. Новосибирск: Изд. «Сибирская ассоциация консультантов», 2012. — 100 с.

ISBN 978-5-4379-0113-7

Сборник трудов XII международной заочной научно-практической конференции «Технические науки — от теории к практике» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современных технических наук.

Данное издание будет полезно аспирантам, студентам, исследователям в области прикладной науки и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития технических наук.

ISBN 978-5-4379-0113-7

ББК 30

Рецензенты:

- кандидат физико-математических наук, Зеленская Татьяна Евгеньевна, Югорский государственный университет (г. Ханты-Мансийск)
- кандидат технических наук, Полонский Яков Аркадьевич, эксперт высшей квалификации Единой Системы Оценки Соответствия (г. Волгоград)

© НП «Сибирская ассоциация консультантов», 2012 г.

Оглавление

| | |
|---|-----------|
| Секция 1. Инженерная графика, САПР, САД, САЕ | 6 |
| СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПРЕПОДАВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН ПРИ ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ Григорьева Елена Владимировна Сергеева Ирина Викторовна | 6 |
| Секция 2. Информатика, вычислительная техника и управление | 11 |
| АВТОМАТИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ Алтынбаев Равиль Биктимурович Казаков Александр Олегович Гафуров Артур Саматович | 11 |
| МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИОРИТЕТНО-МАРКЕРНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ Бархатов Николай Игоревич Сироткин Андрей Вячеславович | 17 |
| СИНТЕЗ ДИНАМИЧЕСКОЙ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПОДСИСТЕМЫ ДЛЯ СТАЦИОНАРНОГО МНОГОМЕРНОГО ОБЪЕКТА Жолдошов Толкунбек Мамытович Оморов Туратбек Турсунбекович | 27 |
| КРИТЕРИИ ПРИНЯТИЯ В АЛГОРИТМЕ СИМУЛЯЦИИ ОТЖИГА Карпов Пётр Михайлович | 33 |
| Секция 3. Машиностроение и машиноведение | 44 |
| ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СВАРОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ Макаров Сергей Викторович | 44 |
| ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИБОРА ДЛЯ ТОЧНОГО БЕСКОНТАКТНОГО КОНТРОЛЯ ДИАМЕТРОВ ХВОСТОВИКОВ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ БОРОВ Табекина Наталья Александровна Тетерина Ирина Александровна | 50 |

| | |
|---|-----------|
| Секция 4. Энергетика и энергетические техника и технологии | 55 |
| КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Мокроусов Валерий Сергеевич | 55 |
| Секция 5. Аэрокосмическая техника и технологии | 61 |
| ВЛИЯНИЕ ВИХРЕВОГО СЛЕДА САМОЛЕТА НА ИЗМЕРЕНИЯ ВЕТРА СКАНИРУЮЩИМ ЛИДАРом Баранов Николай Алексеевич Лемищенко Екатерина Валерьевна | 61 |
| Секция 6. Строительство и архитектура | 67 |
| ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ СОВМЕЩЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ. Жуков Артем Николаевич | 67 |
| ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АРХИТЕКТУРЕ Ким Татьяна Эдуардовна | 71 |
| Секция 7. Технология продовольственных продуктов | 76 |
| ПЕРСПЕКТИВНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ДОБАВКИ МОРСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ Лях Владимир Алексеевич Федянина Людмила Николаевна Смертина Елена Семеновна | 76 |
| Секция 8. Приборостроение, метрология, радиотехника | 81 |
| МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДА ЛИНЕАРИЗАЦИИ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ БЕЛОГО ШУМА Панюков Алексей Геннадьевич | 81 |

| | |
|---|-----------|
| Секция 9. Безопасность жизнедеятельности человека, промышленная безопасность, охрана труда и экология | 87 |
| СНЕГ КАК ИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Курмазова Надежда Александровна | 87 |
| ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ СБОРА, ТРАНСПОРТИРОВКИ, ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ (ТБО) Санкин Стас Александрович | 91 |

СЕКЦИЯ 1.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПРЕПОДАВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН ПРИ ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Григорьева Елена Владимировна

*канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз»,
г. Владивосток*

E-mail: Gev132010@mail.ru

Сергеева Ирина Викторовна

доцент, ДВФУ, г. Владивосток

IMPROVING QUALITY OF TEACHING IN THE DISCIPLINES OF GRAPHIC AND TECHNICAL TRAINING PROFILE

Elena Grigorieva

*candidate. technical. science, lecturer FGBOU VPO "Dalrybvtuz"
Vladivostok*

Irina Sergeeva

Lecturer FEFU Vladivostok

АННОТАЦИЯ

Описывается методика разработки инновационного задания с решением задачи начертательной геометрии в среде AutoCAD. Задание включает демонстрационный пример с решением задачи, задание для самостоятельного решения с усложненным условием и контроль с построением трехмерной модели призмы с сечением.

ABSTRACT

Describes how to develop an innovative solution to the task of descriptive geometry in the environment of AutoCAD. Set includes a demo with a solution of the problem, the task for the independent solutions to the complicated condition and control with the construction of three-dimensional model with a cross section of the prism.

Ключевые слова: AutoCAD; начертательная геометрия

Keywords: AutoCAD; descriptive geometry

В настоящее время в образовании возникла проблемная ситуация, связанная с существованием двух направлений его развития: традиционного и инновационного, учитывающего реальные перемены в характере общественного запроса к развитию личности, способной работать не по стереотипу, а с учетом меняющихся жизненных ситуаций. Проблемой технического образования является подготовка кадров, способных решать задачи производства оснащенного современной сложной техникой.

Важнейшая цель современного профессионального образования — дать будущему специалисту определенный комплекс знаний и навыков, дать установку на самообразование, саморазвитие, самоорганизацию, на непрерывное расширение и углубление знаний и умений. Такой современный подход к подготовке будущих профессионалов, способных к самоформированию развитой личности с необходимыми профессиональными качествами, возможен при разумном сочетании традиционных и инновационных методов обучения, основанных на применении новейших достижений науки и техники.

Приоритетным направлением совершенствования традиционных методов обучения при графической подготовке студентов технических специальностей является использование информационных технологий при организации учебного процесса, т. е. использование средств компьютерной графики в процессе преподавания инженерной графики.

Повышение уровня преподавания в вузах обусловлено новыми социально-экономическими процессами, происходящими в России, и реализацией Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России».

Рассматривается пример использования графической программы AutoCAD для повышения качества преподавания начертательной геометрии при изучении курса инженерной и компьютерной графики. Построение сечения призмы плоскостью общего положения

традиционным методом является одной из трудных задач. Предлагается решение задачи выполнять в среде AutoCAD и использовать ее возможности для объединения в одном задании демонстрационной задачи с решением, индивидуального варианта для самостоятельного решения, а также самоконтроль с построением трехмерной модели. Задание для самостоятельного решения по сравнению с демонстрационным усложняется тем, что секущая плоскость проходит не только через ребра, но и основание призмы.

Исходные данные демонстрационного задания с поэтапным решением и исходные данные для самостоятельного решения вводятся преподавателем в файл AutoCAD. Этапы решения и исходные данные размещаются в отдельных слоях. Для самоконтроля решения индивидуального задания студент может использовать другой файл, в котором студенты, используя исходные данные, выполняют построение модели призмы и ее сечения заданной плоскостью, выполнив команду Разрез.

На рис. 1 приведен первый этап решения демонстрационного задания. На рис 2 показан результат (слой с решением отключен для наглядности).

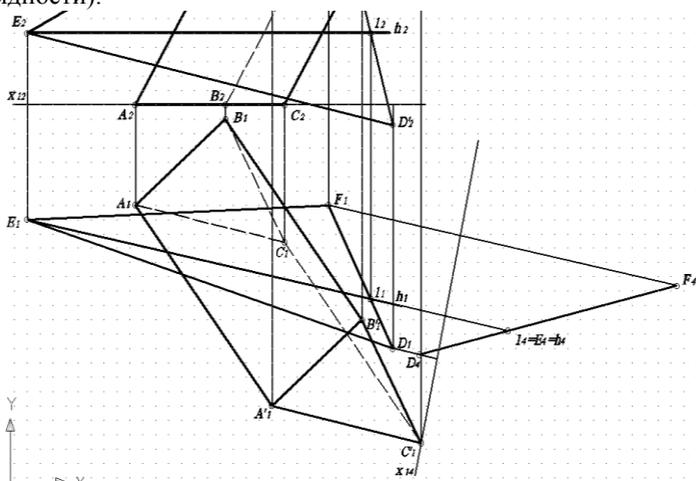


Рис 1. Первый этап примера решения задания

Студенты, выполняющие построение модели для контроля в соответствующем файле используют заранее введенные преподавателем нижнее основание призмы, одну из точек верхнего основания и секущую плоскость. Построение модели призмы выполняется с использованием команды Выдавливание и опции

Направление. Затем секущая плоскость преобразуется в Поверхность, для построения сечения призмы выполняется команда Разрез с использованием опции Поверхность. На рис. 4 показаны проекции модели призмы и построенного сечения для демонстрационного варианта. Результаты решения с использованием алгоритма начертательной геометрии методом замены плоскостей проекций и выполнения разреза на модели совпадают. Пример контроля решения на модели с построением сечения, проходящего через основание призмы, показан на рис. 5 (для наглядности модель с сечением повернута).

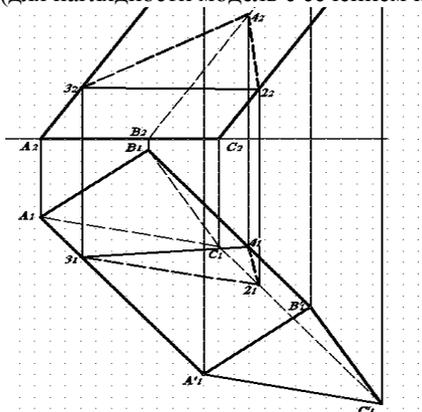


Рис. 2. Результат построения проекций сечения

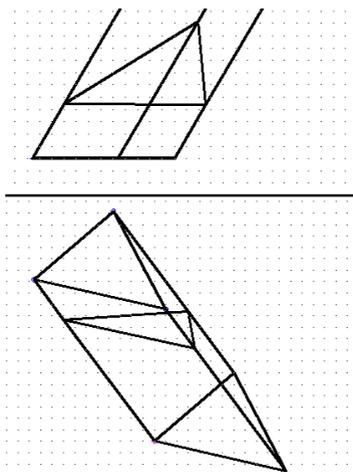


Рис. 3. Контроль построения проекций сечения с использованием модели

Таким образом, при выполнении предлагаемого задания решается проблема развития у студентов навыков самообразования. Усложнение вариант задания для самостоятельного решения решает вопрос развития у студентов логических способностей. Решается также проблема интенсификации учебного процесса и повышения качества обучения. Предлагаемое задание может быть использовано, как основа для лекционного материала. После необходимого редактирования материал может быть использован для электронного учебника.

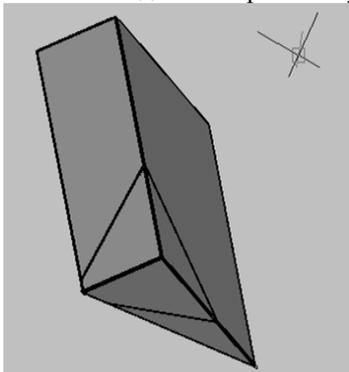


Рис 4. Контроль решения задачи с сечением, проходящим через основание призмы

Список литературы:

1. Григорьева Е.В. Современное состояние и проблемы использования информационных технологий в образовании/ Е.В. Григорьева // Педагогический менеджмент и прогрессивные технологии в образовании: материалы XIX международной научно-методической конференции. — Пенза, 2010. — С. 36—38
2. Григорьева Е.В. Компьютерные технологии в преподавании инженерной графики/ Е.В. Григорьева// Новые материалы и технологии-НТМ-2010: материалы всероссийской-научно-технической конференции. М., 2010 — С. 10—11
3. Григорьева Е.В. Компьютерная графика: учеб.пособие. Владивосток, 2009.—180 с.

СЕКЦИЯ 2.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

АВТОМАТИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Алтынбаев Равиль Биктимурович

*канд. техн. наук, заведующий научной лабораторией ОГУ,
г. Оренбург*

E-mail: ravil_djan@mail.ru

Казаков Александр Олегович

аспирант, ОГУ, г. Оренбург

E-mail: aksot871@mail.ru

Гафуров Артур Саматович

аспирант, ОГУ, г. Оренбург

E-mail: arturneon@mail.ru

SATELLITE INFORMATION TECHNOLOGIES ASSISTED AUTOMATED MONITORING OF SURFACE AIR STATE

Ravil Altynbayev

*Candidate Technical, Head of the Problem Scientific Laboratory,
Orenburg State University, Orenburg*

Alexander Kazakov

Graduate Student of Orenburg State University, Orenburg

Arthur Gafurov

Graduate Student of Orenburg State University, Orenburg

АННОТАЦИЯ

Разработан метод организации автоматизированной системы мониторинга состояния приземного слоя атмосферы промышленных городов. Данный метод заключается в автоматизации обработки данных о составе атмосферного воздуха и концентрации вредных примесей, получаемых с датчиков, установленных на транспортных средствах. На основе спутниковых информационных технологий система позволяет непрерывно формировать базу данных в различных частях города, что обеспечивает возможность своевременного анализа, прогноза и оперативного реагирования служб специализированного назначения.

ABSTRACT

Automated method of surface air state monitoring in industrial cities are worked out. The presented method includes automatic processing of data for air composition and concentration of harmful admixture in it. The data are received from detectors located on vehicles. Due to satellite information technologies it is possible to analyze, forecast air pollution and make emergency services react immediately.

Ключевые слова: автоматизация; спутниковые информационные технологии; экологический мониторинг; безопасность жизнедеятельности.

Keywords: automation; satellite information technologies; ecological monitoring; health and safety.

В современных промышленных городах воздушная среда загрязняется сложной смесью вредных веществ, состав которой напрямую зависит от характера имеющихся производств и т. д. (рис. 1). Концентрация вредных веществ в различных частях города может значительно превышать предельно-допустимый уровень в несколько раз. Это обусловлено рядом причин: технологический режим и состояние производственной аппаратуры каждого техногенного предприятия, погодные условия (характер и мощность ветров, температура, влажность), количество автотранспорта в каждой точке города и другие факторы, которые необходимо учитывать в совокупности со временем их возникновения. При этом имеющиеся системы мониторинга не позволяют повсеместно и постоянно осуществлять контроль, наблюдение за выбросами загрязняющих веществ и своевременно оповещать специализированные службы о чрезвычайных превышениях загрязнений окружающей среды.

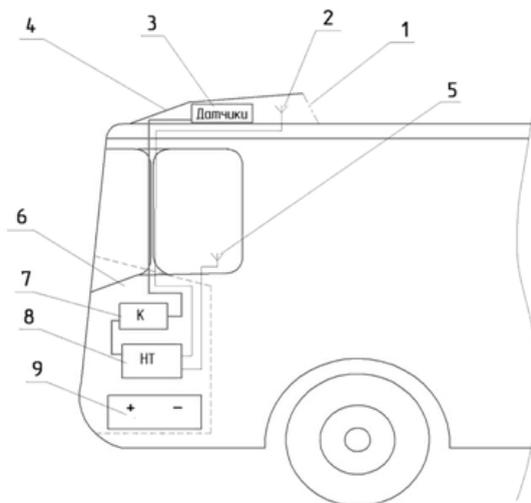
Все это свидетельствует о специфических трудностях, возникающих при исследовании воздушной среды, и обуславливает высокие требования к качеству экологического контроля [1, с. 40]. Способом решения данной проблемы, является создание автоматизированного мониторинга окружающей воздушной среды промышленных городов - системы оперативного контроля состояния атмосферного воздуха, его загрязнений, а также своевременных оценок и прогнозов.



Рисунок 1. Основные загрязнители окружающей среды

Опираясь на тот факт, что в городах с крупными промышленными предприятиями действует активная система общественного транспорта, а так же внутренняя система служебного транспорта, целесообразно будет внедрить системы мониторинга в транспортные системы. Такое внедрение повлечет за собой не только функциональный эффект, но и экономический.

Аппаратно-технический комплекс автоматизации обработки данных о состоянии атмосферы предполагается реализовывать совместно с оборудованием уже внедренной системы мониторинга общественного транспорта (рис. 2). В этом и выявляется главная простота метода, которая представляет экономическую выгоду, что существенно влияет на возможность реализации автоматизированной системы управления, координации и обработки данных.



- 1 Отверстия для забора воздуха
- 2 Навигационная антенна ГЛОНАСС/GPS
- 3 Первичные преобразователи концентрации примесей воздуха, установленные на крыше транспортного средства
- 4 Защитный кожух
- 5 Антенна GSM-передатчика
- 6 Бортовая электроника, панель
- 7 Контроллер
- 8 Навигационный терминал
- 9 Аккумулятор бортовой

**Рисунок 2. Оборудование, устанавливаемое на транспортном средстве для мониторинга окружающей среды.
Схема расположения**

Определение точного местоположения играет основную роль в осуществлении непрерывного мониторинга состояния приземного слоя атмосферы, а главное в оперативном реагировании на аварийную ситуацию и предоставлении данных для возможности наиболее точного анализа аварийного происшествия на предприятии.

Структурная схема работы автоматизированной системы мониторинга окружающей среды представлена на рисунке 3. Данные с датчиков, установленных на транспортных средствах поступают на контроллер — устройство, которое преобразует сигналы для передачи по каналу GSM через навигационный терминал. Затем данные посредством Internet поступают в диспетчерский центр,

где подвергаются компьютерной обработке и в случае необходимости оперативно оповещают службы экстренного реагирования.

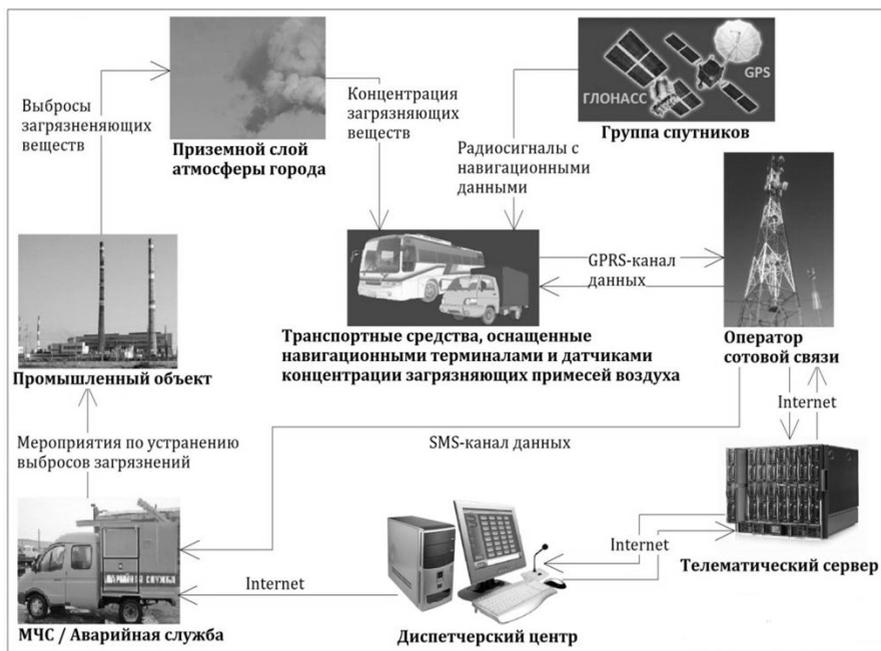


Рисунок 3. Структурная схема работы автоматизированной системы (автоматизации) мониторинга окружающей среды

Суть разработанного метода автоматизации мониторинга окружающей среды заключается в том, что навигационное оборудование, установленное на транспортном средстве которое совершает определенный маршрут, и оборудование для определения состояния атмосферы, постоянно на протяжении всего маршрута фиксируют информацию о состоянии приземного слоя атмосферы в конкретных точках маршрута с координатами. Тем самым система позволяет непрерывно формировать базу данных о составе воздуха и концентрации примесей для оперативного оповещения специализированных служб, и предоставляет им возможность определения местоположения чрезвычайного выброса загрязняющих веществ в атмосферу, его характера и вида, для предотвращения дальнейшего выброса.

Таким образом, разработанная автоматизированная система мониторинга окружающей среды, а именно применение передвижных

постов, на основе общественного транспорта с использованием спутниковых информационных технологий, компьютерной обработки результатов и диспетчерской службы дает нам возможность мгновенно отследить, проанализировать и не допустить дальнейшего развития чрезвычайной ситуации связанной с повышением предельно допустимой концентрации вредных веществ. В связи с тем, что кратковременные воздействия не обнаруживаемых по запаху вредных веществ могут вызывать функциональные изменения в коре головного мозга и зрительном анализаторе, пагубно воздействовать на здоровье. Учитывая постоянно увеличивающуюся концентрацию вредных веществ в атмосфере, а так же совокупность выше указанных факторов, представленная разработка выступает необходимым стражем обеспечивающим сохранность здоровья современного человека живущего в промышленном городе.

Список литературы:

1. Балашов А.Д., Кудашев Е.Б. Спутниковый мониторинг окружающей среды мегаполиса в информационном обществе // Информационное общество.— 2002.— № 1. [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://emag.iis.ru/arc/infosoc/emag.nsf/BPA/3d37dd1eb4116a34c3256d57003f01c8>

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИОРИТЕТНО-МАРКЕРНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Бархатов Николай Игоревич

*студент, Северо-Восточный государственный университет,
г. Магадан
E-mail: adslbarxatov@mail.ru*

Сироткин Андрей Вячеславович

*канд. техн. наук, доцент, декан факультета Естественных наук
и математики Северо-Восточного государственного университета,
г. Магадан
E-mail: avs@noosphere.su*

MODELING OF A PRIORITY-MARKER SERVICE IN COMPUTING SYSTEMS

Nicolay Barkhatov

student, North-East state university, Magadan

Andrey Sirotkin

*cand. tech. sci., the senior lecturer, the dean of faculty of Natural
sciences and mathematics of the North-East state university, Magadan*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются вопросы иерархизации и упорядочивания информационных потоков в вычислительных системах с помощью приоритетно-маркерной системы обслуживания, а также особенности создания специального программного обеспечения, реализующего эти операции

ABSTRACT

In the article consider questions of hierarchy and ordering of information streams in computing systems by means of a priority-marker service system, and also feature of creation of the special software realizing these operations

Ключевые слова: приоритеты; MPLS-маркеры; управление
Keywords: priorities; MPLS-markers; management

В рамках макрозадачи управления информационными процессами в вычислительных системах, поставленной в исследовании [1], ранее уже были проведены исследования, по результатам которых было установлено, что:

1. Потоки ввода-вывода вычислительной системы, которые, как правило, управляются собственной дисциплиной обслуживания, являются также *полностью управляемыми* и со стороны пользователя при использовании специальных программных средств. Такие средства были разработаны в процессе исследования [2].

2. Формируемая в процессе работы этих средств логика управления *не зависит* от работы подсистем ввода-вывода вычислительных систем, сетевых устройств и сетевых интерфейсов. Это означает, что управление формированием информационных потоков внутри вычислительной системы возможно при использовании специальных программных средств; операционные системы и инфраструктура передачи данных не препятствуют его реализации.

3. Существует функциональная зависимость времени работы процесса в вычислительной системе от его приоритета, количества внутренних действий, числа параллельно работающих процессов и от приоритета параллельно работающего процесса. Такая зависимость была восстановлена в аналитическом виде с помощью корреляционно-регрессионного анализа. Ее использование также позволяет добиться высокой управляемости формируемых информационных потоков.

4. Управление формированием информационных потоков на основе их маркировки также возможно при использовании специальных программных средств [3]; операционные системы и инфраструктура передачи данных не препятствуют его реализации.

Кроме того, при проведении последующих исследований по моделированию приоритетного управления формированием информационных потоков в вычислительных системах было установлено, что управление формированием информационных потоков внутри вычислительной системы, совмещенное с управлением приоритетами формирующих процессов, возможно при использовании специальных программных средств. И, поскольку создаваемая при каждом отдельном из этих видов управления логика не нарушается операционной системой, подсистемой ввода-вывода и инфраструктурой передачи данных, данный способ управления также можно считать достаточно эффективным для применения при создании и оптимизации автоматизированных информационных систем.

Данное исследование, являясь объединением всех вышеназванных, направлено на *моделирование приоритетно-маркерного обслуживания в вычислительной системе* с последующей экспериментальной оценкой его эффективности.

Описание оборудования. Под приоритетно-маркерным управлением обслуживанием в данном исследовании понимается такое, при котором запросы обрабатываются согласно фиксированным приоритетам иницирующих их клиентов, которые определяются обслуживающим сервером по уникальным маркерам, присваиваемым каждому клиенту. Для моделирования такого управления была разработана программа ISPF (Information Streams Priority Former).

ISPF — это программа, предназначенная для организации дисциплины обслуживания, основанной на маркировке Ethernet-кадров и приоритетном формировании информационных потоков. Программа реализует коммуникацию клиента с сервером и ответную передачу данных со значениями приоритетов, заданными заранее в таблице сопоставлений «MPLS-маркер клиента — приоритет ответного потока».

ISPF состоит из двух частей — клиентской и серверной.

Клиентская часть организует передачу запросов серверу, захват ответного информационного потока и контроль правильности его получения (проверку его адресации, данных MPLS-маркера, сверку порядковых номеров кадров и их размеров). Кроме того, клиент внедряет в каждый запрос уникальный номер, который позволяет серверу отделять запросы одного и того же клиента друг от друга.

Клиентская часть состоит из одного модуля и файла конфигурации, содержащего описание клиента (MAC-адрес, IP-адрес и MPLS-маркер) и сервера (MAC-адрес, IP-адрес, число копий запроса и время ожидания каждого фрагмента потока в секундах).

Эта часть относится к операционной системе Windows; ее реализация использует библиотеку захвата пакетов WinPCap версии не ниже 4.1.

Серверная часть отвечает за получение запросов от клиентов, а также за передачу файла в виде последовательности кадров Ethernet с организацией корректной адресации (согласно параметрам запроса) и сопровождающих параметров (порядковой нумерации и вычисления размера передаваемого файла).

Серверная часть состоит из:

- Модуля-оператора, отвечающего за интерпретацию файла конфигурации, прием и анализ запросов, запуск нового экземпляра сервера с передачей ему рабочих параметров и запуск модуля-отправителя в соответствии со считанными параметрами (заданным

приоритетом, текущими адресами кадров, а также числом копий фрагментов);

- Модуля-отправителя, выполняющего разбиение (по 1436 байт, что составляет максимальную вместимость IP (ICMP) кадра, содержащего в стеке MPLS один маркер) и передачу (по порядку, с выполнением нумерации пакетов и внедрением вспомогательных параметров) информационного потока клиенту. Модуль запускается с приоритетом, сопоставленным с данными MPLS клиента, от которого получен запрос;

- Файла конфигурации, содержащего описание сопоставлений MPLS-маркеров и приоритетов (каждая строка содержит данные MPLS, приоритет и имя отправляемого файла), а также число копий фрагментов файла, которое может понадобиться при постановке экспериментов.

Эта часть реализована в операционной системе Unix FreeBSD, что предполагает использование библиотек LibNet версии не ниже 1.1 и LibPCap версии не ниже 1.0.

Принцип действия программы. Схема работы программы ISPF представлена на рисунке 1.

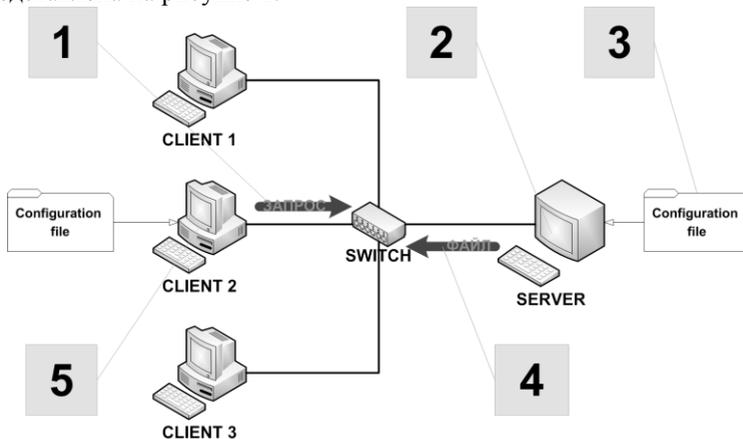


Рис. 1. Схема работы программы ISPF

Один проход программы состоит из следующих этапов:

1. Клиент отправляет серверу запрос в виде MPLS-маркированного кадра Ethernet (протокол ICMP). Данные MPLS и адреса считываются из файла конфигурации. При этом запускается режим ожидания ответа, завершающийся по истечении таймаута,

заданного в файле конфигурации, или при полном получении передаваемого файла.

2. Сервер работает в режиме promiscuous mode, захватывая все приходящие на его адрес кадры. Но в качестве запросов рассматриваются только те, которые формируются клиентами по специальной схеме. Такие кадры имеют подходящий размер, заданный программно для обеих сторон, и датаграмму, заполненную специальными символами (64 байта заголовка + 40 байт датаграммы).

3. Если кадр проходит этот фильтр, то сервер начинает поиск совпадений данных MPLS-маркера кадра со значениями в таблице сопоставлений, содержащейся в файле конфигурации.

4. Если совпадение найдено, сервер запускает модуль-отправитель, формирующий ряд кадров — поток, содержащих тот же MPLS-маркер, но обменяемые местами MAC и IP адреса получателя и отправителя. Поток формируется из некоторого файла, имя которого указано в файле конфигурации. В каждый пакет вписывается его порядковый номер (для определения правильности получения файла клиентом) и размер конечного файла (для определения момента завершения передачи).

5. К этому времени клиент переходит в режим захвата всех кадров, подходящих по адресам, MPLS-маркеру и размеру (отличается от размера запроса). Захват выполняется до тех пор, пока не будет достигнут конец передаваемого файла, или не перестанут приходить требуемые кадры. В первом случае пользователю сообщается время передачи, во втором он извещается об ошибке.

Постановка экспериментов. Для апробации дисциплины обслуживания, представленной в программе ISPF, была использована сеть класса С на 4 компьютера. Один компьютер являлся сервером (Unix FreeBSD), на котором была установлена серверная часть ISPF; остальные три являлись клиентами (Windows XP), на которых была установлена клиентская часть ISPF.

Файл конфигурации серверной части был описан таким образом, чтобы задействовать все доступные пользовательские приоритеты (рис. 2).

| # MPLS | Priority | Filename |
|-------------|----------|-----------|
| A0-19-8A-80 | 19 | file1.bmp |
| A0-18-8A-80 | 18 | file1.bmp |
| A0-17-8A-80 | 17 | file1.bmp |
| A0-16-8A-80 | 16 | file1.bmp |
| | ... | |
| A0-02-8A-80 | 2 | file1.bmp |

| | | |
|-------------|-----|-----------|
| A0-01-8A-80 | 1 | file1.bmp |
| A0-00-8A-80 | 0 | file1.bmp |
| A1-01-8A-80 | -1 | file2.bmp |
| A1-02-8A-80 | -2 | file2.bmp |
| | ... | |
| A1-17-8A-80 | -17 | file2.bmp |
| A1-18-8A-80 | -18 | file2.bmp |
| A1-19-8A-80 | -19 | file2.bmp |
| A1-20-8A-80 | -20 | file2.bmp |

Рис. 2. Содержимое файла конфигурации, использованного в экспериментах

Эксперимент № 1. Для первого эксперимента клиентские части настраивались следующим образом:

- MPLS-маркер первого клиента последовательно изменялся таким образом, чтобы вызывать переборку сервером всех доступных приоритетов.
- Маркер второго клиента инициировал информационный поток с базовым приоритетом (ноль).
- Маркер третьего клиента также инициировал информационный поток с базовым приоритетом (ноль).

После каждого изменения маркера первого клиента выполнялся одновременный запуск клиентских частей ISPF на всех трех клиентских компьютерах. При этом во время работы программы на этих компьютерах велся захват сетевого трафика. Так как организованная сеть была свободна от посторонних пакетов, время захвата последнего входящего пакета, фиксируемое sniffерами на каждом компьютере, было принято за время полной передачи файлов. Для всех трех клиентов это время фиксировалось в таблице, и на ее основе впоследствии было выполнено построение графика зависимости времени передачи информационных потоков от их приоритетов.

По результатам обобщения результатов эксперимента был построен следующий график (рис. 3):



Рис. 3. Поведение информационных потоков при базовых приоритетах клиентов 2 и 3 (число передаваемых кадров — 58500)

Анализ полученных результатов позволяет говорить о явном, четком временном разделении между более приоритетным и менее приоритетными клиентами. Это позволяет говорить о достаточной степени управляемости обслуживания, достигаемой при использовании приоритетно-маркерной дисциплины обслуживания. Однако для корректности вывода необходимо также рассмотреть случай, когда приоритеты клиентов № 2 и № 3 будут различаться.

Эксперимент № 2. В этом эксперименте маркер третьего клиента был изменен таким образом, чтобы он получал от сервера приоритет «—5». Все последующие действия по сравнению с предыдущим экспериментом остались неизменными. В результате был получен следующий график (рис. 4):



Рис. 4. Поведение информационных потоков при приоритете клиента № 2, равном нулю, и приоритете клиента № 3, равном — 5 (число передаваемых кадров — 58500)

Как видно, тенденция управления сохраняется независимо от поведения приоритетов остальных клиентов. Но в связи с появлением видимой границы времени передачи (22 секунды) возникла необходимость проверки внутренней дисциплины обслуживания процессов в Unix на большем объеме файла. Дело в том, что малый размер передаваемого файла может не позволить передающему процессу с достаточно низким приоритетом «успеть» обслужиться до того, как закончат свою работу процессы с более высокими приоритетами. Т. е. этот процесс будет просто останавливать свою работу и ждать освобождения ресурсов компьютера. А это может привести к получению некорректных результатов эксперимента.

Эксперимент № 3. Для выполнения этой проверки была использована та же схема эксперимента, что и в предыдущих случаях. Однако был изменен передаваемый объем (увеличен в 4 раза), а в таблицу собирались не все данные, а лишь значения времени в ключевых точках (см. рис. 5; участки графика, выделенные жирной линией); остальные участки были условно восстановлены из данных

2. Установлена достоверная управляемость обслуживания при использовании данного способа управления;

3. Установлена независимость формируемой логики управления от изменений в приоритетах конкурирующих клиентов и в объемах передаваемых информационных объектов.

Это позволяет сделать вывод о том, что приоритетно-маркерное управление обслуживанием внутри вычислительной системы возможно при использовании специальных программных средств. Создаваемая при этом логика управления не нарушается операционной системой, подсистемой ввода-вывода и инфраструктурой передачи данных. В связи с этим данный способ управления также можно считать достаточно эффективным для применения при создании и оптимизации АИС.

Список литературы:

1. Сироткин А.В., Бархатов Н.И. Управление информационными процессами в вычислительных системах. // Высокие технологии, фундаментальные исследования, экономика. Т. 2: сборник статей Двенадцатой международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности». 08 — 10 декабря 2011 года, Санкт-Петербург, Россия / под ред. А.П. Кудинова. — СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. — С. 95—98.
2. Сироткин А.В., Бархатов Н.И. Пакет программ ЕРМ для моделирования управляемого формирования информационных потоков в среде Ethernet на базе операционных систем Windows и Unix. Свидетельство о регистрации ВНИИЦ от 13.10.11, код № 0203027050344, инв. № 50201151283.
3. Сироткин А.В., Бархатов Н.И. Пакет программ МІА для моделирования MPLS-маркировки кадров Ethernet. Свидетельство о регистрации ВНИИЦ от 13.10.11, код № 0203027050344, инв. № 50201151284.

СИНТЕЗ ДИНАМИЧЕСКОЙ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПОДСИСТЕМЫ ДЛЯ СТАЦИОНАРНОГО МНОГОМЕРНОГО ОБЪЕКТА

Жолдошов Толкунбек Мамытович

*инженер, Инст. физико-технических проблем и
материаловедения НАН КР, г. Бишкек, Кыргызстан
E-mail: jtolkun_kg@mail.ru*

Оморов Туратбек Турсунбекович

*д-р техн. наук, чл.-кор. НАН КР, вице-президент НАН КР,
г. Бишкек, Кыргызстан
E-mail: fiztech-07@mail.ru*

SYNTHESIS OF DYNAMIC MANAGEMENT SUBSYSTEM FOR STATIONARY MULTIDIMENSIONAL OBJECT

TolkunbekZholdoshev

Engineer, National Academy of Sciences KR, Bishkek, Kyrgyzstan

TuratbekOmorov

*Doctor of Technical Sciences, vice president of NAS KR, Bishkek,
Kyrgyzstan*

АННОТАЦИЯ

Рассматривается проблема управления многомерным стационарным объектом. Предлагается алгоритм синтеза динамической управляющей подсистемы, обеспечивающей заданные свойства замкнутой системе управления.

ABSTRACT

The problem of management of multidimensional stationary object. An algorithm for the synthesis of dynamic control subsystem, which provides the desired properties of the closed control system.

Ключевые слова: систем автоматического управления; автоматика; динамический регулятор; синтез.

Keywords: automatic control systems; automation; dynamic control; the synthesis.

Современные методы синтеза регуляторов (управляющих подсистем) систем автоматического управления (САУ), такие как аналитическое конструирование оптимальных регуляторов [3, 9] и модальное управление [10, 2] ориентированы на проектирование линейных обратных связей, т. е. на построение безынерционных (пропорциональных) регуляторов. В случае, когда управляемый объект является сложной системой и предъявляются с повышенные требования к качеству процессов управления применение пропорциональных управляющих устройств может оказаться неэффективным. В таких случаях в качестве управляющих подсистем целесообразным является использование динамических (инерционных) регуляторов, функционирование которых описываются дифференциальными уравнениями или передаточными функциями [8]. В работе рассматривается задача синтеза таких управляющих подсистем для линейных многомерных объектов, описываемых уравнениями с постоянными коэффициентами.

Пусть динамика стационарного объекта управления задана линейной моделью в пространстве состояний в отклонениях:

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t), \quad (1)$$

$$x(t_0) = x^0,$$

где: $x(t) = [x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)]^T$ — n -мерный вектор состояния объектов отклонениях;

$u(t) = [u_1(t), u_2(t), \dots, u_m(t)]^T$ — m -мерный вектор управляющих воздействий;

вещественные матрицы $A = \{a_{ij}\}_{n \times n}$; $B = \{b_{iv}\}_{n \times m}$; x^0 — вектор начального состояния объекта в начальный момент времени t_0 ;

T — знак транспонирования, матрицы.

Далее предполагается, что

1) объект (1) обладает свойством управляемости;

2) все компоненты вектора состояния

$x(t) = [x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)]^T$ доступны для измерения;

3) структура синтезируемого динамического регулятора известна, функционирование которого описывается векторным линейным уравнением:

$$\dot{u}(t) = Mu(t) + Dx(t), \quad (2)$$

где: M и D — матрицы искомого регулятора:

$$M = \{m_{vi}\}_{m \times m}; \quad D = \{d_{vi}\}_{m \times n}.$$

Задача состоит в определении матриц M и D динамической управляющей подсистемы, обеспечивающих заданные динамические свойства замкнутой САУ.

Для решения сформулированной задачи синтеза будем использовать предложенные в работах [6, 5] критериальные условия, которые

формулируются следующим образом. Компоненты $e_i(t)$ вектора ошибки управления $e(t) = x(t)$ стремятся к нулю, т. е. $e_i(t) \rightarrow 0$, если выполняются следующие функциональные соотношения:

$$\int_{t_0}^t x_i(\tau) \dot{x}_i(\tau) d\tau < 0, \quad i = \overline{1, n} \quad (3)$$

При выполнении условий (3) переходные процессы по ошибкам управления $e_i(t)$ по модулю убывают монотонно

В целях использования соотношений (3) для синтеза регулятора векторное уравнение объекта (1) запишем в координатной форме

$$\dot{x}_i(t) = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j(t) + \sum_{v=1}^m b_{iv} u_v(t), \quad (4)$$

Введем следующие функции:

$$z_i(t) = \dot{x}_i(t), \quad i = \overline{1, n}. \quad (5)$$

При этом производные по времени

$$\dot{z}_i(t) = \sum_{j=1}^n a_{ij} \dot{x}_j(t) + \sum_{v=1}^m b_{iv} \dot{u}_v(t), \quad (6)$$

$$i = \overline{1, n}.$$

С учетом уравнений объекта (4) имеем, что

$$\dot{z}_i(t) = \sum_{j=1}^n a_{ij} \left[\sum_{k=1}^n a_{jk} x_k(t) + \sum_{\ell=1}^m b_{j\ell} u_\ell(t) \right] + \sum_{v=1}^m b_{iv} \dot{u}_v(t), \quad (7)$$

$$i = \overline{1, n}.$$

Теперь потребуем, чтобы динамика переменных $z_i(t)$ подчинялась следующим соотношениям:

$$\dot{z}_i(t) = \alpha_i^{-1} z_i(t), \quad i = \overline{1, n}, \quad (8)$$

где: α_i — вещественные параметры, которые составляют вектор настроечных параметров системы $p = [\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n]$ и должны определяться из условия выполнения неравенств (3).

При этом

$$x_i(t) = \alpha_i z_i(t), \quad i = \overline{1, n}, \quad (9)$$

Критериальные условия (3) с учетом (5) и (9) можно записать в виде

$$\alpha_i \int_{t_0}^t z_i(\tau) \dot{z}_i(\tau) d\tau < 0, \quad i = \overline{1, n}. \quad (10)$$

Далее используя следующее равенство [4]:

$$\int_{t_0}^t z_i(\tau) \dot{z}_i(\tau) d\tau = 0.5 [z_i^2(t) - z_i^2(t_0)], \quad i = \overline{1, n}, \quad (11)$$

условия (10) можно записать в виде

$$0.5 \alpha_i [z_i^2(t) - z_i^2(t_0)] < 0, \quad i = \overline{1, n}. \quad (12)$$

Теперь предположим, что в начале момент времени $z_i(t_0) = 0, i = \overline{1, n}$. Отсюда видно, что неравенства (12) выполняются, если

$$\alpha_i < 0, i = \overline{1, n}. \quad (13)$$

Тогда, в целях построения уравнений синтеза регулятора на основе равенств (7) и (8) получаем следующие соотношения:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \left[\sum_{k=1}^n a_{jk} x_k(t) + \sum_{\ell=1}^m b_{j\ell} u_\ell(t) \right] + \sum_{v=1}^m b_{iv} \dot{u}_v(t) = \alpha_i^{-1} x_i(t), \quad (14)$$

$$i = \overline{1, n},$$

при выполнении которых обеспечиваются критериальные условия (3).

В результате на основе соотношений (14) получаем дифференциальные уравнения, описывающие динамику искомого регулятора:

$$\sum_{v=1}^m b_{iv} \dot{u}_v(t) + \sum_{\ell=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} b_{j\ell} u_\ell(t) =$$

$$= \alpha_i^{-1} x_i(t) - \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} a_{jk} x_k(t), \quad (15)$$

$$i = \overline{1, n}.$$

Теперь, уравнения (15) запишем в векторной форме:

$$B\dot{u}(t) = Lu(t) + Fx(t), \quad (16)$$

где вещественные матрицы $L = \{l_{ij}\}_{n \times m}$, $F = \{f_{ij}\}_{n \times n}$, элементы которых определяются по следующим формулам:

$$l_{i\ell} = - \sum_{j=1}^n a_{ij} b_{j\ell}, \ell = \overline{1, m}, i = \overline{1, n}$$

$$f_{ik} = - \sum_{j=1}^n a_{ij} a_{jk}, k = \overline{1, n}, i \neq j,$$

$$f_{ii} = \alpha_i^{-1} - \sum_{j=1}^n a_{ij} a_{ji}, i = \overline{1, n}. \quad (17)$$

Для того, чтобы получить уравнение динамического регулятора в форме (2) необходимо найти решение векторного уравнения (16) относительно $\dot{u}(t)$. В случае, когда $m=n$, B имеет обратную матрицу $B^{-1}(t)$, имеем, что

$$\dot{u}(t) = B^{-1}Lu(t) + B^{-1}Fx(t). \quad (18)$$

Отсюда получаем, что искомые матрицы динамического регулятора определяются по следующим формулам:

$$M = B^{-1}L; D = B^{-1}F. \quad (19)$$

В противном случае, а также когда B не является квадратной, нахождение решения уравнения (16) можно осуществить на основе обобщенного обращения B^+ матрицы B [1, 7]. В этом случае искомые матрицы

$$M = B^+L; D = B^+F,$$

которые дают квазирешение уравнения (16).

Структура САУ с синтезированным динамическим регулятором показана на рис. 1.

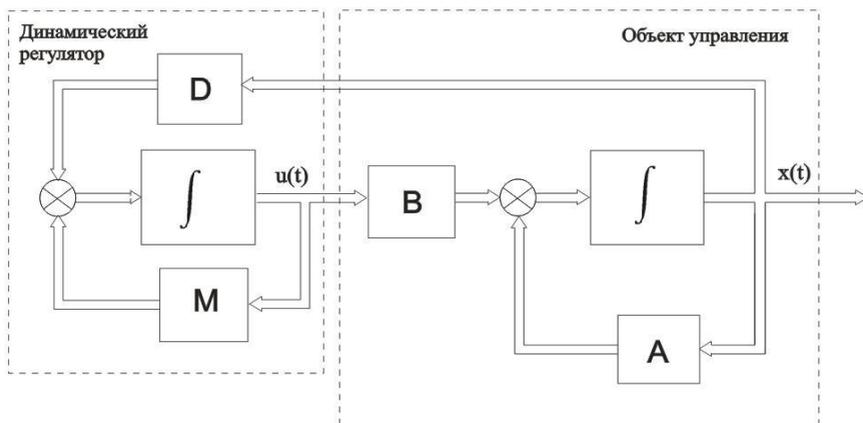


Рис. 1. Структура САУ с динамическим регулятором

Алгоритм синтеза динамической управляющей подсистемы включает следующие основные этапы:

Шаг 1. Задание модели объект управления (1).

Шаг 2. Задание требований к динамическим свойствам проектируемой САУ (в частности, к быстродействию системы через времена регулирования t_i^*).

Шаг 3. Выбор структуры закона функционирования (2) динамического регулятора.

Шаг 4. Формирование уравнения синтеза регулятора (16).

Шаг 5. Определение матриц МиД модели динамического регулятора(2).

Шаг 6. Задание начального вектора $p = p^0 = [\alpha_1^0, \alpha_2^0, \dots, \alpha_n^0]$ настроечных параметров системы.

Шаг 7. Компьютерное моделирование с проектированной замкнутой САУ и анализ качества переходных процессов.

В случае, если результаты моделирования показывают, что синтезированная САУ не обеспечивает заданные динамические свойства, то варьируются компоненты вектора настроечных параметров p . При этом используется свойство монотонности переходных процессов, получаемых на основе применения критериальных условий (3).

Список литературы:

1. Анджело Г.Д. Линейные системы с переменными параметрами. М.: Машиностроение, 1974.— 288 с.
2. Андреев Ю.Н. Управление конечномерными линейными объектами. М.: Наука, 1976. — 424 с.
3. Летов А.М. Аналитическое конструирование регуляторов I, II, III. // Автоматика и телемеханика — 1960 — № 4 — С. 436—441; № 5.— С. 561—568; № 6. — С. 661—665.
4. Оморов Т.Т. Принцип гарантируемой динамики в теории систем управления // Бишкек: Илим, 2001. — Кн.1: Синтез линейных автоматических систем. — 150 с.
5. Оморов Т.Т., Кожекова Г.А. Синтез законов управления взаимосвязанными электроприводами // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. — М., 2009. — № 10. — С.10—13.
6. Оморов Т.Т., Кожекова Г.А. Синтез систем управления многомерными объектами по критериальным ограничениям // Известия НАН КР, Бишкек: Илим, 2009, — № 1.
7. Оморов Т.Т., Кожекова Г.А., Жолдошов Т.М. Метод синтеза автоматических регуляторов для нестационарных линейных многомерных систем // Известия НАН КР. Бишкек: Илим, 2012, - № 3.
8. Теория автоматического регулирования. [под ред. В.В. Солодовникова]. М.: Машиностроение, — Кн.1. — 1967. — 768 с.
9. Kalman R.E. Contributions to the theory of optimal control // Boletindela Sociedad Matematica Mexicana. — 1960. — Vol. 5.— P. 102—119.
10. Porter B., Crossley T.R. ModalControl. London: Taylor&Francis, 1972.— 270 p.

КРИТЕРИИ ПРИНЯТИЯ В АЛГОРИТМЕ СИМУЛЯЦИИ ОТЖИГА

Карнов Пётр Михайлович

*аспирант Вычислительного центра им. А.А. Дородницына
Российской академии наук, г. Москва
E-mail: Reoser@mail.ru*

ACCEPTANCE CRITERIA IN THE SIMULATED ANNEALING ALGORITHM

Peter Karpov

Postgraduate, Dorodnicyn Computing Centre, Moscow

АННОТАЦИЯ

Целью работы является изучение различных критериев принятия в алгоритме симуляции отжига. Рассматриваются существующие (Метрополиса, Цаллиса, Баркера, пороговое принятие) и оригинальные критерии. Эффективность критериев сравнивается на различных проблемах оптимизации: синтетическая тестовая функция, задача коммивояжёра, минимальное линейное размещение, построение магических квадратов, раскраска графа.

ABSTRACT

Present work studies different acceptance criteria in the simulated annealing algorithm. Existing (Metropolis, Tsallis, Barker, threshold acceptance) and original criteria are examined. Their efficiency is compared using different optimization problems: synthetic test function, traveling salesman problem, minimal linear arrangement, magic squares construction, graph coloring.

Ключевые слова: симуляция отжига; комбинаторная оптимизация
Keywords: simulated annealing; combinatorial optimization

Введение

Симуляция отжига (СО) — алгоритм оптимизации, предложенный Киркпатриком [5] и независимо Черны [1], являющийся адаптацией алгоритма выборки Метрополиса [6]. СО имитирует процесс отжига в металлургии, при котором металл нагревается до температуры выше температуры кристаллизации и затем медленно охлаждается. Этот

процесс устраняет внутреннее напряжение и в результате приводит к кристаллической решётке с малой внутренней энергией. СО находит широкое применение благодаря эффективности и простоте реализации.

Сформулируем проблему оптимизации: найти решение x , максимизирующее или минимизирующее целевую функцию (ЦФ) $E(x)$. Допустим также, что имеется метод генерации случайных ходов, переводящих решение x в соседнее решение x' . На каждом шаге рассмотрению подвергается новое соседнее решение. В отличие от стохастического восхождения (hillclimbing), которое принимает лишь ходы, приводящие к улучшению, СО иногда принимает ходы, ухудшающие значение ЦФ, что позволяет ей выходить из локальных оптимумов. Без ограничения общности допустим, что мы имеем дело с проблемой минимизации. В классическом СО используется критерий Метрополиса: вероятность принятия хода, приводящего к изменению энергии (ЦФ) $\Delta E = E(x') - E(x)$ есть

$$P(\Delta E, T) = \min\left(\exp\left(\frac{-\Delta E}{T}\right), 1\right),$$

где: T — параметр по аналогии с оригинальным процессом называемый температурой и имеющий ту же размерность, что и ЦФ. Все ходы, приводящие к улучшению ($\Delta E \leq 0$) принимаются, но вероятность принятия ухудшающих ходов ($\Delta E > 0$) зависит от температуры. Лишь ходы с ΔE порядка T имеют значительный шанс принятия, в то время как ходы с $\Delta E \gg T$ скорее всего будут отвергнуты. Изменяя параметр T , можно контролировать свойства поиска: при очень высоких температурах принимаются почти все ходы (случайный поиск, жидкое состояние), в то время как при очень низких температурах принимаются лишь хорошие ходы (локальный поиск, кристаллическое состояние). СО работает, постепенно понижая температуру, что позволяет изучить пространство поиска сначала на грубом, а затем на более тонком уровне. Более детальное рассмотрение аналогий между оптимизацией и статистической механикой может быть найдено в оригинальной статье [5].

Обобщённая процедура СО может быть записана следующим образом:

```

i := 0                               Сбросить счётчик итераций
x := Random_Solution                 Создать начальное решение
Best := x
repeat
  x' := Random_Neighbour(x)          Сгенерировать соседнее
  решение

```

| | | |
|--|------------------------|----------------|
| $dE := E(x') - E(x)$ | Вычислить | изменение |
| <i>энергии</i> | | |
| $T := \text{Schedule}(i)$ | Выбрать | температуру |
| if Random < P(dE / T) then | Принять или отвергнуть | |
| $x := x'$ | пользуясь | критерием |
| <i>принятия</i> | | |
| if E(x) < E(Best) then | Обновить | лучшее решение |
| Best := x | | |
| $i := i + 1$ | | |
| until Stopping_Condition | Проверить | критерий |
| <i>остановки</i> | | |
| return Best | Вернуть | лучшее решение |

Таким образом, для реализации СО необходимы следующие элементы:

1. Формулировка задачи
2. Пространство решений
3. Целевая функция $E(x)$
4. Функция генерации случайного соседа $x \rightarrow x'$
5. Параметры алгоритма
6. Температурный режим $T(i)$
7. Функция принятия $P(y)$, $y = \Delta E / T$
8. Критерий остановки

Температурным режимам и различным модификациям базового алгоритма посвящено значительное количество работ, однако функции принятия уделяется меньше внимания. Данная работа является попыткой предпринять исследование, направленное на изучение её влияния.

Начальная и конечная температуры

Критерием остановки в данной работе является достижение фиксированного количества итераций i_{max} . В качестве температурного режима используется геометрическое охлаждение:

$$T(i) = T_0 e^{-i/\tau}, \quad \tau = i_{max} / \ln\left(\frac{T_0}{T_f}\right),$$

где T_0 и T_f — начальная и конечная температуры соответственно. Оно является самым популярным режимом, так как обеспечивает быстрое охлаждение (и соответственно скорость сходимости) и демонстрирует хорошие результаты на практике. Для

исследования работы алгоритма на различных задачах необходим универсальный способ выбора параметров T_0 и T_f .

Изначально система должна находиться в жидком состоянии, когда принимаются почти все ходы. В противном случае температурных флуктуаций энергии может быть недостаточно для преодоления высоких потенциальных барьеров и решение застрянет в области, далёкой от оптимума. Возможный способ оценки T_0 — произвести начальный поиск при бесконечной температуре (принимая все ходы). Начальная температура должна иметь тот же масштаб, что и изменения энергии соседних решений ΔE_i во время этой стадии. В данной работе используется выражение, основанное на средне модуле изменения энергии:

$$T_0 = \frac{\Delta E_0}{\chi(1/2)}, \quad \Delta E_0 = 2\langle \Delta E_i \rangle$$

В конце поиска температура должна быть достаточно мала, чтобы почти все ухудшающие ходы отвергались, иначе решение не достигнет локального оптимума. Если минимально значимое изменение ЦФ обозначить ΔE_{min} , то вероятность принятия хода, приводящего к такому изменению в конце поиска $p = P(\Delta E_{min} / T_{fin})$, а среднее число итераций до принятия $\langle i \rangle = 1/p$. В условной «холодной фазе» (последние $i_{cold} = i_{max} / r_{cold}$ итераций) ни одно минимальное ухудшение не должно быть принято:

$$\langle i \rangle = \frac{1}{P(\Delta E_{min} / T_{fin})} = i_{cold}, \quad T_{fin} = \frac{\Delta E_{min}}{\chi(1/i_{cold})}$$

Эта оценка является завышенной, так как основана на минимальной температуре, в то время как в начале холодной фазы температура и, следовательно, вероятность принятия ухудшающих ходов может быть значительно выше. Поэтому воспользуемся несколько меньшим значением:

$$T_{fin} = e^{-m} \frac{\Delta E_{min}}{\chi(1/i_{cold})}, \quad i_{cold} = i_{max} / 3, \quad m = 0.5..1$$

И хотя приведённые рассуждения основываются на грубых прикидках, для большинства задач они дают вполне адекватные оценки параметров T_0 и T_{fin} .

Функция принятия

Стандартная функция принятия, унаследованная от алгоритма Метрополиса

$$P(\Delta E, T) = \min\left(\exp\left(-\frac{\Delta E}{T}\right), 1\right),$$

но в принципе ничто не мешает использовать какую-либо другую. Популярный альтернативный критерий — пороговое принятие (threshold accepting), являющееся детерминированным:

$$P(\Delta E, T) = \begin{cases} 1 & \text{если } \Delta E \leq T \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$$

В отличие от критерия Метрополиса, критерий Баркера может иногда отвергать ухудшающие ходы:

$$P(\Delta E, T) = \frac{1}{1 + \exp(\Delta E / T)}$$

Ещё один критерий основан на обобщённой формулировке статистической механики Цаллиса [9]:

$$P(x = \Delta E / T) = \begin{cases} 1 & \text{если } x < 0, \\ 0 & \text{если } 1 - (1 - q)x < 0 \\ 1 - q\sqrt[1 - q]{1 - (1 - q)x} & \text{иначе} \end{cases}$$

В работе [8] показано, что многие критерии принятия эквивалентны критериям Метрополиса или Баркера после монотонного преобразования температуры. Тем не менее, на практике может быть более удобно работать с фиксированным семейством температурных режимов, но менять функцию принятия — подход, принятый в данной работе. Различные семейства обобщённых функций принятия приведены в таблице 1:

Таблица 1

Семейства критериев принятия

| Имя | Функция принятия $P(y)$, $y = \Delta E / T$ | Обратная функция $\chi(P)$ | Отн. начальная температура $T_0 / \Delta E_{max}$ | Отн. конечная температура $T_{fin} / \Delta E_{min}$ | Пределы |
|------------------|--|-------------------------------|--|---|--|
| Экспоненциальная | $\exp(-y^q)$ | $\sqrt[q]{-\ln P}$ | $\frac{1}{\sqrt[q]{\ln 2}}$ | $\frac{e^{-m}}{\sqrt[q]{\ln i_{cold}}}$ | Порог, $q \rightarrow +\infty$ |
| Степенная | $(1 + y^q)^{-1}$ | $\sqrt[q]{\frac{1}{P} - 1}$ | 1 | $\frac{e^{-m}}{\sqrt[q]{i_{cold} - 1}}$ | |
| Цаллис | $(1 - (1 - q)y)_{1-q}^{\frac{1}{1-q}}$ | $\frac{1 - P^{1-q}}{1 - q}$ | $\frac{1 - q}{1 - 2^{q-1}}$ | $e^{-m} \frac{1 - q}{1 - i_{cold}^{q-1}}$ | $(1 + y)^{-1}, q = 2$ $\exp(-y), q \rightarrow 1$ $1 - y, q = 0$ Порог, $q \rightarrow -\infty$ |
| Порог | $1, y \leq 1$ Иначе | 1 | 1 | 1 | |

Наиболее важным параметром функции принятия является её асимптотическое поведение при $\Delta E / T \rightarrow +\infty$. Медленно затухающие, тяжёлые «хвосты» дают высокую вероятность принятия больших ухудшающих изменений. С одной стороны это даёт возможность перепрыгнуть высокие потенциальные барьеры и выбраться из локального минимума. С другой стороны, это может привести к недостаточному изучению около-оптимального региона. Чем тяжелее хвост, тем менее локален поиск.

Результаты тестирования

Для выяснений особенностей функций принятия были использованы различные тестовые задачи:

1. Тестовая функция (ТестФ)

2. *Формулировка:*

Мультимодальная тестовая функция, схожая с функцией Растргина [11].

3. *Энергия:*

$$f(x, y) = x^2 + y^2 + A(1 - \cos(2\pi Fx)) + A(1 - \cos(2\pi Fy)), \quad x, y \in [-1..1]$$

4. *Случайный ход:*

$x' = x + r\gamma$, $y' = y + r\gamma$, γ — случайное число со стандартным нормальным распределением.

5. Задача коммивояжера (ЗКВ) [7]

6. *Формулировка:*

Обойти заданные точки замкнутым маршрутом, имеющим минимальную длину.

7. *Энергия:*

Суммарная длина маршрута.

8. *Случайный ход:*

2-Орт: разорвать маршрут в двух случайных местах и пересоединить два получившихся пути [7].

9. Магический квадрат (МагКв)

10. *Формулировка:*

Заполнить массив $N \times N$ числами от 1 до N^2 так, чтобы сумма чисел во всех строках, столбцах и диагоналях была одинакова.

11. *Энергия:*

Сумма абсолютных отклонений сумм в строках, столбцах и диагоналях от магической константы $M = N(N^2 + 1)/2$.

12. *Случайный ход:*

Обменять значения в двух случайно выбранных ячейках.

13. Минимальное линейное размещение (МинЛР) [3]

14. *Формулировка:*

Заполнить массив $N \times N$ числами от 1 до N^2 так, чтобы минимизировать сумму абсолютной разницы между числами во всех соседних ячейках.

15. *Энергия:*

$$\sum |a_{i,j} - a_{i+1,j}| + \sum |a_{i,j} - a_{i,j+1}|$$

16. *Случайный ход:*

Обменять значения в двух случайно выбранных ячейках.

17. Раскраска графа (РГ) [2]

18. *Формулировка:*

Раскрасить вершины графа фиксированным количеством цветов так, чтобы никакие две соседние вершины не имели одинаковый цвет.

19. *Энергия:*

Количество соседних вершин, имеющих одинаковый цвет.

20. *Случайный ход:*

Присвоить случайный цвет случайной вершине.

Таблица 2

Параметры тестовых задач

| Задача | Параметры | $i_{max} / 10^3$ | ΔE_{min} | Энергия глобального оптимума |
|--------|-------------------------------------|------------------|-------------------|------------------------------|
| ТестФ | $A = 1/4, F = 10, r = \frac{1}{4F}$ | 40 | $5 \cdot 10^{-3}$ | 0 |
| ЗКВ | Berlin52 [10] | 50 | 15 | 7542 |
| МагКв | N = 8 | 50 | 1 | 0 |
| МинЛР | N = 8 | 60 | 1 | 472 |
| РГ | Queen6_6, 7 цветов [4] | 40 | 1 | 0 |

Начальные и конечные температуры выбирались автоматически в соответствии с ранее описанными методами. Исключением является критерий Баркера, ввиду обратной функции принятия которого вместо $\chi(1/2)$ использовался множитель $\chi(1/3)$. Для уменьшения влияния метода выбора конечной температуры на результаты, тесты проводились для двух значений параметра m , 0.5 и 1. Максимальное количество итераций подбиралось так, чтобы вероятность нахождения глобального оптимума была достаточно значительной (обычно около 10 % или выше). Для каждой проблемы было выполнено 10'000 независимых запусков алгоритма. В качестве меры успеха того или иного критерия принятия служило среднее отклонение энергии полученного решения от энергии глобального оптимума:

$$\epsilon = \langle E_i - E_{opt} \rangle$$

Для тестовой функции ввиду на порядки отличающихся результатов отдельных запусков использовалось среднее геометрическое.

Во всех случаях критерий Баркера дал худшие результаты, чем критерий Метрополиса, проиграв по отклонению от оптимума в среднем в 1.3 раза. Поведение остальных критериев продемонстрировало зависимость от проблемы. Тестовая функция и ЗКВ отдают явное предпочтение пороговому принятию. Для других проблем поведение критериев принятия более интересно: для каждого семейства обычно существует оптимальное конечное значение параметра, а семейством, дающим наилучший результат, обычно оказывается степенное (см. таблицу 3).

Таблица 3

Оптимальные критерии принятия в виде (семейство, параметр).
 Обозначения: ПП — пороговое принятие, ст — степенной,
 е — экспоненциальный

| | ТестФ | ЗКВ | МагКв | МинЛР | РГ |
|---------|-------|-----|--------|-------|--------|
| m = 0.5 | ПП | ПП | ст 2.5 | ст 8 | ст 1.5 |
| m = 1 | ПП | ПП | ст 3 | е 4 | ст 1.5 |

Таблица 4

Лучшие параметры в рамках семейств критериев принятия

| | Экспоненциальный | | Степенной | | Цаллис | |
|-------|------------------|-----|-----------|-----|--------|------|
| | m=0.5 | m=1 | m=0.5 | m=1 | m=0.5 | m=1 |
| ТестФ | ПП | ПП | ПП | ПП | ПП | ПП |
| ЗКВ | ПП | ПП | ПП | ПП | ПП | ПП |
| МагКв | 0.75 | 1 | 2.5 | 3 | 1.25 | 1.25 |
| МинЛР | 3 | 4 | 8 | ПП | 0 | ПП |
| РГ | 2 | 2 | 1.5 | 1.5 | 2 | 2 |

Насколько велик проигрыш при использовании различных критериев принятия в сравнении с оптимальными? Для выяснения этого вопроса средние отклонения от оптимума для каждой проблемы и параметра t были нормализованы по отношению к наилучшему значению. Обработанные таким образом результаты тестов приведены в таблице 5. Пороговое принятие считается членом каждого семейства ввиду соответствующих пределов.

Таблица 5

Нормализованные средние отклонения для порогового принятия,
 критерия Метрополиса и оптимальных критериев
 из различных семейств

| | m=0.5 | | | | | m=1 | | | | |
|-------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | П П | Метр оп | Эксп опт | Степ опт | Цал опт | П П | Метр оп | Эксп опт | Степ опт | Цал опт |
| Тест Ф | 1.0 0 | 1.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.0 0 | 1.84 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| ЗКВ | 1.0 0 | 1.55 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.0 0 | 1.52 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Маг Кв | 1.5 1 | 1.08 | 1.07 | 1.00 | 1.03 | 1.2 6 | 1.06 | 1.06 | 1.00 | 1.03 |
| Мин ЛР | 1.2 7 | 1.20 | 1.01 | 1.00 | 1.09 | 1.0 1 | 1.21 | 1.00 | 1.01 | 1.01 |
| РГ | 1.1 1 | 1.08 | 1.08 | 1.00 | 1.01 | 1.1 1 | 1.09 | 1.08 | 1.00 | 1.00 |
| Сред н | 1.1 8 | 1.38 | 1.03 | 1.00 | 1.03 | 1.0 8 | 1.34 | 1.03 | 1.00 | 1.01 |

Заключение

В настоящей работе были рассмотрены различные критерии принятия в алгоритме симуляции отжига: Метрополиса, Цаллиса, Баркера, пороговое принятие, экспоненциальное и степенное семейства. Наиболее важным свойством критерия принятия $P(y)$ является его асимптотическое поведение при $y \rightarrow +\infty$. Функции с тяжёлыми хвостами имеют больший шанс вывести застрявшее решение из потенциальной ямы, но в то же время уменьшают интенсивность исследования небольших областей пространства поиска.

Критерии подверглись сравнению на пяти различных задачах: синтетическая тестовая функция, задача коммивояжёра, построение магических квадратов, минимальное линейное размещение, раскраска графа. Поведение критериев оказалось сильно зависимым от проблемы. В двух задачах (тестовая функция, задача коммивояжёра) наилучшие результаты дало пороговое принятие, в большинстве остальных случаев — функция из степенного семейства с конечным параметром. При правильном выборе параметра функции принятия, все три семейства (экспоненциальное, степенное, Цаллиса) демонстрируют результаты, очень близкие к лучшим.

Наиболее популярный критерий Метрополиса занимает промежуточное положение между пороговым принятием и функциями с тяжёлыми хвостами. Обычно он даёт несколько субоптимальные результаты, но тем не менее в половине тестов выигрывает у порогового принятия. Критерий Баркера во всех случаях уступает критерию Метрополиса. Применение подобных критериев, отвергающих часть улучшающих ходов, в контексте симуляции отжига следует считать нецелесообразным.

Перебор различных функций принятия может улучшить качество получаемых решений, но в то же время является весьма трудоёмкой процедурой. На основе анализа результатов проведённых вычислительных экспериментов можно предложить простое правило. Выбор следует делать из трёх критериев: порогового принятия, критерия Метрополиса и функции с тяжёлым хвостом (степенное семейство, $p \approx 2.75$ или критерий Цаллиса, $p \approx 1.5$).

Список литературы:

1. Černý, V. "Thermodynamical approach to the traveling salesman problem: An efficient simulation algorithm". *Journal of Optimization Theory and Applications* 45: 41—51.
2. Duffany J.L. "Complexity Analysis of Some Known Graph Coloring Instances". *World Academy of Science, Engineering and Technology* 63, 2010.

3. Fishburn P., Tetali P., Winkler P. "Optimal linear arrangement of a rectangular grid". *Discrete Mathematics*, 2000: 123—139
4. Graph Coloring Instances. <http://mat.gsia.cmu.edu/COLOR/instances.html>
5. Kirkpatrick, S., Gerlatt C.D., Jr., Vecchi M.P. "Optimization by Simulated Annealing", *Science* 220, 671—680.
6. Metropolis N., Rosenbluth A.W., Rosenbluth M.N., Teller A.H., Teller E. "Equation of State Calculations by Fast Computing Machines". *The Journal of Chemical Physics* 21 (6): 1087.
7. Nilsson C. "Heuristics for the Traveling Salesman Problem". Tech. Report, Linköping University, Sweden, 2003.
www.ida.liu.se/~TDDB19/reports_2003/htsp.pdf
8. Schuur P.C. "Classification of acceptance criteria for the simulated annealing algorithm". *Mathematics of Operations Research* Vol. 22, No. 2, May, 1997
9. Tsallis C., Stariolo D.A. "Generalized simulated annealing". *Physica A* 233, Issue: 1—2, P. 395—406, 1995
10. TSPLIB <http://comopt.ifl.uni-heidelberg.de/software/TSPLIB95/>
11. Yang X.-S. "Test problems in optimization". *Engineering Optimization: An Introduction with Metaheuristic Applications* (Eds Xin-She Yang), John Wiley & Sons, 2010

СЕКЦИЯ 3.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СВАРОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

Макаров Сергей Викторович

учебный мастер, ЮТИ ТПУ, г. Юрга

E-mail: Sergmakarov21@mail.ru

THERMAL TREATMENT OF THE WELDING ELECTRODES

Sergey Makarov

*training master, Yurga Technological Institute of Tomsk Polytechnic
University, Yurga*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматриваются режимы термообработки электродов, причины образования трещин в покрытии электродов и меры борьбы с этими дефектами.

ABSTRACT

This article discusses the regimes of thermal treatment of the electrodes, causes the formation of cracks in the coating of the electrodes, and measures to combat these defects.

Ключевые слова: термическая обработка; сварочные электроды; дефекты; жидкое стекло.

Keywords: thermal treatment; welding electrodes; defects; liquid glass.

Составной частью электродов для сварки является их покрытие. Как известно, оно достаточно гигроскопично — легко поглощает из окружающего воздуха влагу в ходе хранения. Это значительно снижает все сварочно-технологические свойства электродов для сварки — дуга зажигается с большим затруднением, горит дуга очень прерывисто, шов

формируется неровно и некачественно, в процессе сварки происходит разбрызгивание металла, сам шов как единая сплошная однородная субстанция нарушается. В том числе электроды для сварки с покрытием основного типа — УОНИ-13/55, ОК 48.00, LB-52U (ЛБ-52У) — значительно повышают содержание водорода в металле наплавленном, что в конечном итоге приводит к образованию трещин в сварном шве.

Термообработку электродов проводят с целью придания покрытию достаточной механической прочности при содержании в нем влаги в пределах, способствующих нормальному протеканию сварочного процесса, позволяющих обеспечить заданный химический состав и свойства наплавленного металла и сварных соединений.

Полный цикл термообработки включает предварительную сушку, сушку, прокалку и охлаждение. Непосредственно после опрессовки электродов влажность покрытия обычно составляет 9—13 %. Допустимое содержание влаги после прокалики зависит от вида покрытия. Принято, что электроды с основным покрытием должны иметь влажность не более 0,2 % массы покрытия. Влажность определяют при температуре $400 \pm 10^\circ\text{C}$ с доведением навески покрытия до постоянной массы. Для обеспечения указанной влажности электроды следует прокалывать при высоких температурах ($360\text{—}400^\circ\text{C}$) достаточно длительно.

Электроды с рутиловым и кислым покрытиями содержат в рецептуре органику (целлюлоза, крахмал и др.), создающую газовую защиту сварочной ванны. В связи с этим температура прокалики таких электродов не должна превышать $185\text{—}190^\circ\text{C}$. Влажность покрытия указанных электродов, определяемая при $180 \pm 10^\circ\text{C}$, должна составлять не более 0,3—0,4 %.

Покрытие целлюлозных электродов в основном состоит из целлюлозы, поэтому прокалку электродов проводят при температуре $155\text{—}160^\circ\text{C}$ в течение 14—15 минут. Влажность покрытия определяют при $110 \pm 5^\circ\text{C}$; она должна находиться в пределах 0,5—2 %.

В зависимости от конкретного назначения электродов и свойств металла шва нормы по влажности покрытий электродов могут быть и иными.

Процесс удаления влаги из покрытия сложен. Он зависит от ряда факторов и, в первую очередь, от способности растворимых силикатов натрия и калия удерживать влагу, количество которой в процентах от массы сухого остатка жидкого стекла определяется температурой. Установлено, что длительная сушка электродов при температуре 100°C позволяет снизить содержание влаги до 15 % от исходной, а прокалка до постоянной массы при 200°C — до 6—7 % и т. д.

Очевидно, что с увеличением сухого остатка жидкого стекла остаточная влажность покрытия электродов возрастает.

При неправильно выбранных форсированных режимах сушки и прокалки электродов на покрытии образуются дефекты: трещины, вспухание, местные глубокие вмятины от транспортных устройств. Иногда появляется сетка мелких трещин, невидимых невооруженным глазом, резко снижающих прочность покрытия. В свою очередь, это приводит к повреждению покрытия во время транспортировки электродов к потребителю. Кроме того, в процессе сварки наблюдается отслоение нерасплавившихся кусочков покрытия, в связи, с чем нарушается однородность химического состава металла шва и повышается чувствительность к пористости.

Обмазочная масса состоит из различных по свойствам, составу и форме зерен порошковых материалов, перемешанных с раствором жидкого стекла. При тщательном приготовлении массы вокруг каждой твердой частицы образуется тонкая жидкостная пленка. При дальнейшем введении жидкого стекла толщина пленки возрастает. Покрытие электродов, нанесенное под высоким давлением, пронизано разветвленной сетью капилляров, частично или полностью заполненных жидким стеклом. В связи с различием формы и размеров твердых частиц сухой шихты капилляры в покрытии имеют переменное сечение.

Жидкое стекло является коллоидом, так как содержит сложные комплексы (мицеллы), состоящие из большого числа молекул SiO_2 , H_2O и щелочи RON . Прочность связи влаги в жидком стекле различна. При сушке жидкого стекла малой плотности и вязкости сперва начинают удаляться молекулы воды, менее прочно связанные с комплексами. С повышением плотности жидкого стекла прочность связи воды непрерывно растет и для отрыва последующих ее молекул требуется затрата все большей энергии. Даже при температуре 400°C и выше из сухого остатка жидкого стекла удаляется не вся влага.

Испарение воды из покрытия осложняется также удержанием воды в капиллярах за счет сил поверхностного натяжения и затрудненной диффузией пара и влаги из глубины покрытия по тонким капиллярам. В первые моменты сушки, когда в поверхностном слое покрытия влага находится в неравновесном состоянии (давление паров воды в воздухе меньше давления паров в поверхностном слое массы), влага будет испаряться из капилляров. Сначала будет испаряться почти свободная влага, слабо связанная с мицеллами, что приведет к повышению концентрации раствора силиката в данном месте. Разность концентраций будет вызывать диффузию. Почти свободная влага будет диффундировать в наружные слои. В начальный момент сушки

при наличии значительного градиента температур этому стремлению влаги будут препятствовать капиллярные силы, так как в капилляре происходит движение от более нагретого места к менее нагретому.

При равномерном прогреве покрытия установится определенный градиент влажности, приводящий к диффузии влаги из участков с большей влажностью. Скорость диффузии влаги будет тем больше, чем интенсивнее удаляется насыщенный пар с поверхности покрытия и из капилляров. Поэтому при обдуве электродов нагретым воздухом поверхность испарения будет перемещаться вглубь покрытия. Это будет продолжаться до тех пор, пока не удалится вся капиллярная влага.

На удаление капиллярной, почти свободной влаги накладывается процесс удаления влаги, более прочно связанной с коллоидными частицами силикатов. Такая влага начинает удаляться при более высоких температурах. Чем выше прочность связи молекул воды с коллоидными частицами, тем при больших температурах это произойдет. Прочность связи влаги определяется модулем и видом применявшегося жидкого стекла, а количество связанной влаги в основном зависит от количества сухого остатка жидкого стекла.

Скорость сушки электродов одной марки находится в обратной зависимости от толщины покрытия и определяется двумя факторами.

1. Энергия, необходимая для удаления влаги при сушке нагретым воздухом, поступает через поверхность покрытия. При увеличении толщины площадь поверхности покрытия электрода растет медленнее, чем масса покрытия. Поэтому на единицу массы покрытия в единицу времени поступает меньшее количество энергии.

2. Испарение влаги происходит с различных слоев, постепенно углубляющихся в толщу покрытия. В результате пар, образующийся внутри покрытия, должен пройти по капиллярам путь большей длины.

Причины образования трещин в покрытии электродов.

Экспериментально установлено, что в процессе воздушной сушки образцов из обмазочной массы происходит уменьшение их линейных размеров на 2—4 %. Это связано с сокращением объема жидкого стекла при удалении из него влаги. При сушке покрытия электродов толщина пленки жидкого стекла уменьшается, и поперечное сечение капилляров сокращается. В результате в покрытии электродов возникают усадочные напряжения, величина которых может достичь высоких значений, что приведет к заметному искривлению неконцентричного электрода.

Если сушка происходит достаточно медленно, а покрытие при этом сохраняет пластичность, то возникающие усадочные напряжения компенсируются пластической деформацией покрытия. Если же

покрытие при сушке теряет пластичность, то трещины неизбежны. В основном это будут кольцевые трещины, расположенные примерно на одинаковых расстояниях друг от друга. Склонность к трещинам может быть снижена за счет рационального подбора гранулометрического состава компонентов шихты. Наряду с наличием тонких фракций, обеспечивающих пластичность массы, желательно ввести сравнительно крупные частицы (размером 0,2—0,25 мм) мрамора или рутила в зависимости от типа покрытия. Наличие определенного количества таких фракций образует сравнительно жесткий каркас, не снижая пластичность массы.

Долевые трещины, как правило, появляются при сушке электродов в местах их соприкосновения, что связано со значительным замедлением в этих местах процесса влагоотдачи. Такие участки легко высыхают, а возникающие при этом усадочные напряжения разрывают неокрепшее покрытие по линии их соприкосновения. Иногда наблюдаются случаи появления трещин в участках покрытий электродов, расположенных очень близко один к другому, где сушка замедлена, и прочность покрытия нарастает медленнее, чем в местах непосредственного контакта с нагретым воздухом или газом. По указанным причинам в начальный период сушки электроды должны быть разложены поштучно.

При жестких режимах сушки (свыше температуры 100°C), как правило, наблюдается чрезмерное вспухание покрытия электродов. При быстром нагреве покрытия часть влаги с его поверхности испаряется, а часть по капиллярам перемещается в глубинные холодные слои. Затем, когда покрытие прогреется, парциальное давление пара, образующегося внутри покрытия, может превысить атмосферное давление. Поэтому предварительная сушка должна происходить при умеренной температуре, начиная с 60°C, с медленным ее повышением до 80—90°C. После потери 30—40 % влаги равномерно по толщине покрытия электродов температуру можно поднимать выше 100°C.

Вспухание покрытия может произойти также за счет выделения газов при взаимодействии активных ферросплавов с жидким стеклом. В этом случае покрытие может вспухать и при относительно низкой температуре. При вспухании за счет жестких тепловых режимов или в результате реакций газообразования в покрытии электродов могут возникнуть трещины, обычно в результате грубого нарушения технологии.

Наметившаяся в последние несколько лет на ряде предприятий-изготовителей электродов тенденция к снижению температурных режимов прокаливания при производстве электродов имеет целью

уменьшение расхода электроэнергии и снижение склонности покрытия к хрупкому разрушению. Однако, это приводит к повышению остаточного содержания влаги в покрытии. Кроме того, возрастает склонность покрытия к обратному поглощению влаги при хранении электродов. Так, электроды типа Э50А, прокаленные при изготовлении при температуре 400°С и хранящиеся при влажности 85—98 % в течение 15 суток набирают 1,5 % влаги, а прокаленные при температуре 200°С набирают уже 2,2 % влаги.

В этом случае прокатка электродов перед сваркой фактически должна будет играть роль термообработки электродов в процессе их производства. При этом режимы прокатки для многих марок электродов будут отличаться от режимов повторной прокатки электродов, рекомендованных для качественно изготовленных электродов.

Список литературы:

1. Винокуров В.А. Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности. М.: Машиностроение, 1996. — 576 с.
2. Новак В.А. Справочник по электродам для сварочных работ. Эксмо. — 34 с.
3. Потапов Н.Н. Сварочные материалы для дуговой сварки. М.: Машиностроение, 1993. — 225 с.
4. Фролов В.В. Теория сварочных процессов. М.: Высшая школа, 1988. 559 с.
5. Чернышёв Г.Г. Технология электрической сварки плавлением. М.: Машиностроение, 2006. — 448 с.
6. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения
7. <http://www.autowelding.ru>

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИБОРА ДЛЯ ТОЧНОГО БЕСКОНТАКТНОГО КОНТРОЛЯ ДИАМЕТРОВ ХВОСТОВИКОВ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ БОРОВ

Табекина Наталья Александровна

студент, БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород

E-mail: mail-tasha@bk.ru

Тетерина Ирина Александровна

ведущий инженер кафедры Технология машиностроения,

г. Белгород

E-mail: irinochka1611@rambler.ru

EXPERIMENTAL CHECK OF RELIABILITY OF RESULTS OF MEASUREMENTS OF THE DEVICE FOR EXACT CONTACTLESS CONTROL DIAMETERS OF SHAFTS OF STOMATOLOGIC PINE FORESTS

Natalia Tabekina

student of Belgorod Shukhov State Technological University, Belgor

Irina Teterina

leading engineer of chair Technology of mechanical engineering,

Belgorod

АННОТАЦИЯ

Цель работы: экспериментальная проверка достоверности результатов измерений.

Метод: эксперименты по оценке точности способа контроля выполнялись на тарифованном специальном лабораторном оборудовании.

Результат: разрешение выпускаемых в настоящее время ПЗС матриц позволяет построить эффективный и точный прибор автоматического измерения небольших размеров с точностью до 0,001 мм.

Выводы: сравнение результатов измерений стандартным и лабораторным образцами приборов выявило незначительные расхождения размеров, доказывающие правильность найденного решения.

ABSTRACT

Background: experimental check of reliability of results of measurements.

Methods: experiments according to accuracy of a way of control were carried out with calibrated special laboratory equipment.

Result: the permission of CCDs of matrixes which are produced nowadays allows to construct the effective and exact device of automatic measurement of the small sizes to within 0,001 mm.

Conclusion: the comparison of results of measurements standard and laboratory samples of devices revealed the insignificant divergences of the sizes proving the correctness of the decision.

Ключевые слова: микрометр; процент отклонения; статистическая погрешность.

Keywords: micrometer; deviation percent; statistical error.

1. Прибор для точного бесконтактного контроля диаметров хвостовиков стоматологических боров

Прибор представляет собой устройство для измерения диаметра относительно малых заготовок либо деталей (до 2,5 мм). Подключается к персональному компьютеру и позволяет наблюдать увеличенное изображение измеряемого объекта. Так же возможно отслеживание качества поверхности объекта. Схема прибора изображена на рис. 1.

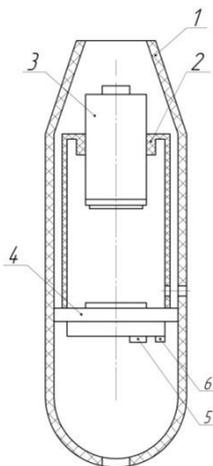


Рис.1. Конструкция прибора для измерения диаметров боров

1 — корпус; 2 — затененная шахта;

3 — источник излучения (лазер); 4 — микросхема с ПЗС матрицей;

5 — порт питания микросхемы; 6 — порт питания лазера

В корпусе 1 установлена затененная шахта 2, в которой закреплен лазер 3. В корпусе и в шахте выполнены 2 соосных отверстия для помещения измеряемого объекта. На микросхеме 4 располагается ПЗС матрица, находящаяся строго под источником излучения [2, с. 15—17]. Так же на плате находятся порт питания самой микросхемы 5 и лазера 6. В нижней и верхней части корпуса имеются отверстия для вывода проводов питания платы и лазера

Функциональная схема прибора изображена на рис. 2.

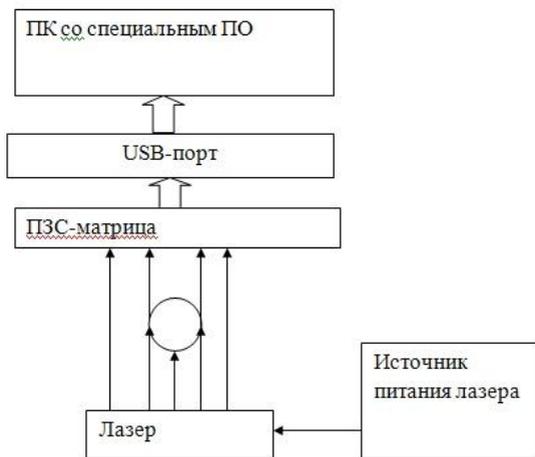


Рис. 2. Функциональная схема прибора

2. Экспериментальная проверка достоверности результатов измерений

Разработанный лабораторный образец прибора требует экспериментальной проверки, для чего на предприятии была получена партия заготовок боров, т. е. изделия, прошедшие только механическую обработку. Вручную были выполнены измерения на лабораторном образце прибора и с помощью микрометра (по ГОСТ 6507-90) МКЦ SCHUT с защитой IP54 (защита от пыли и брызг) [1, с. 24а—25]:

- Диапазон измерений 0—200 мм
- Цена деления 0.001 мм
- автоматическое выключение
- вольфрамовое покрытие измерительных поверхностей
- мм/дюймы
- защита IP54

Измерения проводились при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ с паузами на охлаждение для исключения влияния температуры на величину измеряемого размера. Данные занесены в таблицу и обработаны EXCEL.

Фрагмент таблицы представлен на рис. 3.

| № измерения | Измерено микрометром | Измерено прибором | Отклонение | Процент отклонения |
|-------------|----------------------|-------------------|------------|--------------------|
| 1 | 1,576 | 1,571 | 0,004 | 0,25671737 |
| 2 | 1,575 | 1,566 | 0,008 | 0,53442489 |
| 3 | 1,585 | 1,581 | 0,004 | 0,25690536 |
| 4 | 1,566 | 1,564 | 0,003 | 0,17188067 |
| 5 | 1,571 | 1,570 | 0,001 | 0,07587487 |
| 6 | 1,567 | 1,564 | 0,003 | 0,16090402 |
| 7 | 1,563 | 1,562 | 0,001 | 0,07288003 |
| 8 | 1,582 | 1,578 | 0,004 | 0,25718329 |
| 9 | 1,588 | 1,582 | 0,006 | 0,38286282 |
| 10 | 1,570 | 1,565 | 0,006 | 0,36124296 |
| 11 | 1,581 | 1,573 | 0,008 | 0,51699299 |
| 12 | 1,587 | 1,583 | 0,004 | 0,24996272 |
| 13 | 1,581 | 1,576 | 0,005 | 0,31175617 |
| 14 | 1,560 | 1,551 | 0,009 | 0,59260745 |
| 15 | 1,586 | 1,583 | 0,003 | 0,19114191 |
| 16 | 1,586 | 1,578 | 0,008 | 0,52574112 |
| 17 | 1,577 | 1,577 | 0,000 | 0,00719481 |
| 18 | 1,580 | 1,578 | 0,002 | 0,15800535 |
| 19 | 1,570 | 1,564 | 0,005 | 0,33664066 |
| 20 | 1,577 | 1,572 | 0,005 | 0,3201766 |
| 21 | 1,564 | 1,558 | 0,006 | 0,37554204 |
| 22 | 1,575 | 1,573 | 0,002 | 0,13305147 |
| 23 | 1,563 | 1,555 | 0,008 | 0,52368698 |

Рис. 3. Фрагмент таблицы с результатами измерений

Графики, полученные по результатам измерений, представлены на рис. 4.

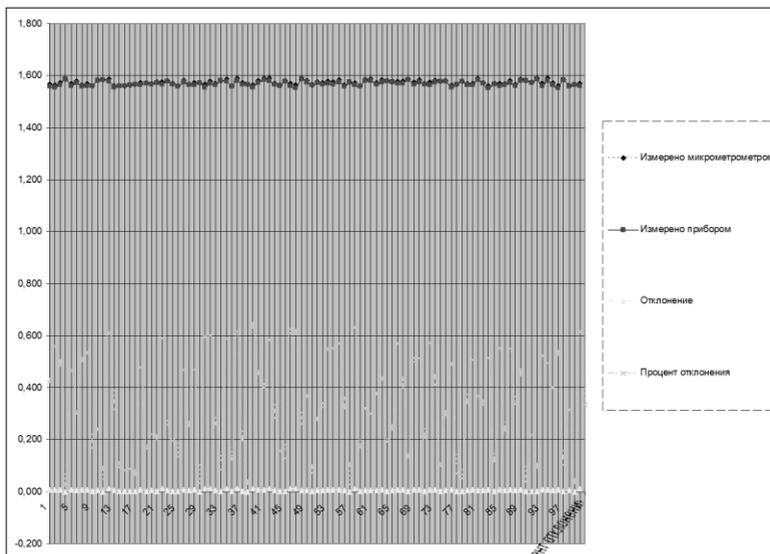


Рис. 4. Графики отклонений размеров по результатам измерений

Согласно графикам средний процент отклонения между измеренными величинами составил — 0,335, что полностью подтвердило правильность полученных результатов.

Выводы:

1. Разрешение выпускаемых в настоящее время ПЗС матриц позволяет построить эффективный и точный прибор автоматического измерения небольших размеров с точностью до 0,001 мм.
2. Расхождение размеров, измеренных тарированным промышленным прибором и лабораторным образцом, находится в пределах статистической погрешности.

Список литературы:

1. Егунов, О.В. Устройство бесконтактного измерения шероховатости поверхностей деталей сложной формы / О.В. Егунов, М.С. Чепчуров, — Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. — Т. 5, № 4. — 2010. — С. 24а—25.
2. Чепчуров, М.С. Бесконтактный способ контроля шероховатости поверхности деталей пресс-форм и его реализация / М.С. Чепчуров, Ю.А. Афанасова Технология машиностроения. — № 11. — 2009. — С. 15—17.

СЕКЦИЯ 4.

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Мокроусов Валерий Сергеевич
аспирант, ВлГУ, г. Владимир
E-mail: valmok@mail.ru

EFFICIENCY CRITERIA OF HEAT SUPPLY SYSTEM

Valeriy Mokrousov
post-graduate student, Vladimir State University, Vladimir

АННОТАЦИЯ

Цель. В связи с повышением требований к выполнению энергетических обследований, важной стала проблема выбора мероприятий по энергосбережению с учетом различных критериев.

Метод. Выбор критериев произведен на основании осуществления опроса энергообеспечивающих организаций.

Результат. Разработан перечень критериев эффективности систем теплоснабжения. По результатам проведенного опроса выбраны основные критерии для оценки мероприятий.

Выводы. Использование полученных результатов направлено на повышение качества многокритериальной оценки мероприятий по энергосбережению.

ABSTRACT

Background. The problem of selecting energy efficiency measures according to different criteria has become important due to the increased requirements to perform energy audits.

Methods. The choice of the main criteria is made on the basis of the survey of energy supply organizations.

Result. The efficiency criterialist of heat supply systems was developed. As a result of the survey are selected the basic criteria for evaluation of measures.

Conclusion. The obtained results can be applied to improving the quality of the multicriteria evaluation of energy conservation measures.

Ключевые слова: система теплоснабжения; критерий.

Keywords: heat supply system; criterion.

Одним из способов анализа причин и следствий является холистический подход, в котором все рассматриваемые факторы и критерии объединяются в иерархию или сетевую структуру, допускающую наличие зависимостей между элементами.

Основной задачей в иерархии является оценка высших уровней исходя из взаимодействия различных уровней иерархии, а не из непосредственной зависимости от элементов на этих уровнях. Концептуально, наиболее простая иерархия, которая и будет использована в дальнейшем — линейная, восходящая от одного уровня элементов к соседнему уровню [2].

Согласно исследованиям, проведенным шведско-швейцарской компании, специализирующейся в области электротехники, энергетического машиностроения ABBGroup одним из барьеров принятия решений по инвестированию энергосберегающих мероприятий в промышленности является отсутствие полной информации (27 %) и непонимание со стороны руководства предприятия (12 %) [1].

При решении массовых оптимизационных задач на нижних ступенях иерархии в энергетике, к которым относятся задачи исследования систем централизованного теплоснабжения, их подсистем и элементов, в качестве основного критерия можно принимать минимум приведенных затрат, т. е. затрат, соизмеряющих с учетом фактора времени единовременные капиталовложения и ежегодные расходы. Вместе с тем наряду с критерием минимума приведенных затрат следует применять и другие, в том числе неэкономические критерии выбора оптимального решения. Причем чем выше иерархический уровень исследуемого объекта, тем большее значение приобретают дополнительные критерии.

При разработке мероприятий по энергосбережению промышленного предприятия на перспективу 10—15 лет задача оптимизации структуры теплоснабжения является основной и включает выбор структуры, единичной мощности и состава основного

оборудования; конфигурации и параметров транзитных и магистральных тепловых сетей; очередности ввода оборудования.

В качестве базового состава частных критериев оценки мероприятий по энергосбережению и энергоэффективности в соответствии с нормативно-технической документацией принята совокупность следующих 15 показателей:

1) капитальные затраты — капитал, который используется компаниями для приобретения или модернизации физических активов (промышленной недвижимости, оборудования, технологий).

2) величина экономии тепловой энергии — количественная оценка в натуральном выражении (Гкал) отражающая ожидаемую величину снижения потребления данного вида энергетического ресурса.

3) эксплуатационные расходы — издержки производства, связанный с поддержанием в работоспособном состоянии используемых систем, машин, оборудования.

4) длительность работ по внедрению — временной интервал равный промежутку времени от выбора предприятием исполнителя до запуска системы, машины, оборудования в эксплуатацию.

5) удобство в эксплуатации определяется психофизиологическим состоянием обслуживающего персонала. На этапе проектирования удобство в эксплуатации определяется правильным выбором дизайна машин и правильно-спроектированным рабочим местом пользователя.

6) долговечность — свойство элемента или системы длительно сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при определенных условиях эксплуатации. Долговечность определяется физическим либо моральным износом.

7) численность обслуживающего персонала — минимально необходимое количество оперативного и ремонтного персонала предприятия для безотказной работы систем, машин, оборудования.

8) повышение надежности — свойство объекта сохранять во времени в повышенных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

9) снижение времени обслуживания и ремонта оборудования — качественная оценка характеризующая уменьшение временного интервала и трудозатрат оперативного и ремонтного персонала при эксплуатации систем, машин, оборудования.

10) повышение безопасности — снижение вероятности недопустимого риска, связанного с возможностью нанесения ущерба.

11) воздействие на окружающую среду — характер, интенсивность и степень опасности влияния любого вида планируемой хозяйственной деятельности на состояние окружающей среды и здоровье населения.

12) требования к качеству энергетических ресурсов — параметры энергетических ресурсов, установленные государственными и отраслевыми стандартами, которые необходимо поддерживать на входе в систему, машину, оборудование и в самой системе для его безотказной и оптимальной работы.

13) массогабаритные показатели — характеристика системы, машины, оборудования определяющая его заводские габаритные размеры и массу.

14) число обслуживаний в год — количество ревизионных осмотров оборудования в год, влияющие на величину затрат на техническое обслуживание потребителем.

15) срок службы оборудования — срок в течение, которого производитель гарантирует потребителю работоспособность оборудования и обеспечение им требуемых параметров.

Для выбора оптимального перечня критериев оценки мероприятий по энергосбережению, среди выше представленного базового состава, был произведен опрос 28 предприятий Владимирской области осуществляющих производство и транспортировку тепловой энергии. В опросе участвовало 5 промышленных предприятий и 23 регулируемых организаций.

Цель опроса состояла в определении перечня критериев, по которым теплоснабжающие организации хотели бы, что бы предлагаемые им мероприятия по энергосбережению, составленные по результатам проведения энергетического обследования, были бы оценены. На рисунке 1 представлена структура оценки критериев энергоснабжающими организациями.

На основании данных представленных на рисунке 1 из общего перечня критериев можно выделить 8 основных критериев, которые набрали более 5 % (пороговое значение было определено при постановке задачи) по результатам опроса энергоснабжающих организаций Владимирской области:

- К1 — экономия тепловой энергии;
- К2 — капитальные затраты;
- К3 — эксплуатационные расходы;
- К4 — удобство в эксплуатации;

- K5 — численность обслуживающего персонала;
- K6 — повышение надежности;
- K7 — требования к качеству энергетических ресурсов;
- K8 — срок службы оборудования.

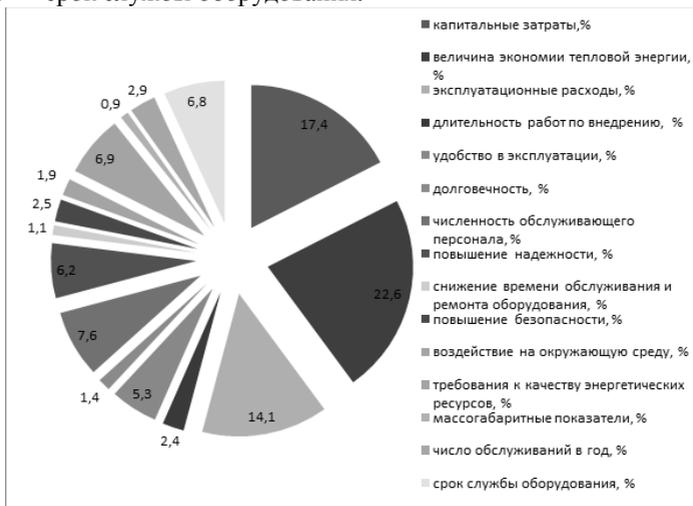


Рис. 1. Структура оценки критериев организациями

Так же выбор 8 основных критериев связан с возможностью применения упрощенных версий программных продуктов позволяющих решить поставленную задачу методом анализа иерархий [3] и методом анализа среды функционирования [4], что в дальнейшем позволит организациям занимающимся энергоаудитом производить многокритериальный анализ мероприятий по энергосбережению.

Таким образом, в качестве цели, расположенной на первом уровне иерархии, рассматривается выбор мероприятия по энергосбережению; критериями второго уровня являются 8 выбранных критериев (K1÷K8); альтернативами третьего уровня являются рассматриваемые мероприятия по энергосбережению (рисунок 2).



Рис. 2. Иерархия оценки мероприятий по энергосбережению

Критерии оцениваются как в денежном выражение (например, снижение потребления энергетических ресурсов, капитальные затраты), так и по бальной системе (долговечность, удобство эксплуатации и т. п.).

В связи с тем, что промпредприятия и энергоснабжающие организации имеют свою специфику, то некоторые критерии могут состоять из подкритериев и включать в себя несколько статей расходов (таблица 1).

Таблица 1.

Статьи расходов в бизнес-плане промпредприятия

| Наименование критерия | Статьи расходов |
|--|---|
| Снижение потребления энергетических ресурсов | Расходы на топливо |
| | Расходы на покупную энергию |
| | Вода на технологические нужды |
| Снижение трудозатрат | Оплата труда с подоходным налогом |
| | Единый социальный налог |
| | Расходы по охране труда |
| Снижения воздействия на окружающую среду | Плата за негативное воздействие на окружающую среду |
| | Водный налог |
| | Услуги ГО и ЧС |

Перед осуществлением оценки мероприятий по энергосбережению с помощью предлагаемых критериев рекомендуется произвести дополнительное согласование важности данных критериев с главным энергетиком или главным инженером предприятия с целью уточнения специфики предприятия для определения окончательных значений весов для каждого критерия.

Список литературы:

1. Аким М. Разработка технической политики на основании мирового опыта, ключевые технологии повышения энергоэффективности предприятия// Первый владимирский энергетический форум. URL: <http://www.vef2012.ru/files/pres/akim1.pps> (дата обращения: 18.07.12).
2. Саати Томас Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993.— 278 с.
3. Саати Томас Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. М.: Изд-во ЛКИ, 2008.—360 с.
4. Ramanathan. R. An Introduction to data envelopment analysis: A tool for performance measurement. New Delhi.: Sage Publications, 2003. 203 p.

СЕКЦИЯ 5.

АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

ВЛИЯНИЕ ВИХРЕВОГО СЛЕДА САМОЛЕТА НА ИЗМЕРЕНИЯ ВЕТРА СКАНИРУЮЩИМ ЛИДАРОМ

Баранов Николай Алексеевич

*д-р техн. наук, вед. науч. сотрудник, ВЦ РАН
им. А.А. Дородницына, г. Москва*

E-mail: baranov@ccas.ru

Лемищенко Екатерина Валерьевна

*начальник отдела, ООО «Международные аэронавигационные
системы», г. Москва*

E-mail: lev@ians.aero

INFLUENCE OF AIRCRAFT WAKE VORTEX ON SCANNING LIDAR WIND MEASUREMENTS

Nikolay A. Baranov

*the doctor of technical sciences, Leading Researcher, Institution of
Russian Academy of Sciences Dorodnicyn Computing Centre of RAS,
Moscow*

Ekaterina Lemishchenko

*head of Department, "International Aeronavigation Systems",
Moscow*

*Работа выполняется при финансовой поддержке РФФИ
(проекты № 10-07-00381, 12-07-00697) и программы
фундаментальных исследований ОМН РАН № 3.*

АННОТАЦИЯ

Представлены результаты теоретического анализа влияния вихревого следа за самолетом на результаты измерения профиля ветра

непрерывным доплеровским лидаром, который расположен в районе посадочной глиссады.

ABSTRACT

The theoretical analysis results of aircraft wake vortex influence on wind profile measurements made by continuous Doppler Lidar Wind Profiler located near the gliding path are presented.

Ключевые слова: вихревой след; сканирующий лидар; профиль ветра.

Key words: wake vortex; scanning lidar; wind profile.

Одним из существенных метеорологических факторов, влияющих на безопасность полета самолетов, является распределение ветра в приземном слое атмосферы. Для определения профиля ветра на малых высотах используются средства дистанционного зондирования атмосферы, в частности, сканирующие доплеровские лидары.

Принцип действия сканирующего лидара состоит в следующем. Лидар осуществляет непрерывное вращение зондирующего пучка по углу азимута, выполняя измерения радиальной составляющей скорости $V_r(h, \theta_i)$ воздушного потока (проекция вектора скорости на ось пучка) на заданной высоте h при некоторых фиксированных положениях θ_i , $i = 1, \dots, n$, где n — количество замеров скорости ветра в процессе сканирования на одной высоте (рис. 1) [2].

Компоненты вектора скорости воздушного потока и его проекции на ось зондирующего пучка лидара связаны между собой соотношением:

$$V_r(h, \theta_i) = (V_x \cos \theta_i + V_z \sin \theta_i) \sin \varphi + V_y \cos \varphi$$

При наличии n измерений компоненты скорости воздушного потока на высоте сканирования определяются по методу наименьших квадратов:

$$\{V_x, V_y, V_z\} = \arg \min_{V_x, V_y, V_z} \sum_{i=1}^n (\tilde{V}_{ri} - (V_x \cos \theta_i + V_z \sin \theta_i) \sin \varphi + V_y \cos \varphi)^2$$

где: \tilde{V}_{ri} — результат измерения радиальной составляющей скорости при i -м положении оси зондирующего пучка.

Поскольку информация о маловысотном профиле ветра критически важна на режимах посадки, то положение лидара, позволяющего определять вертикальный профиль ветра, представляется целесообразным выбирать в непосредственной близости от посадочной глиссады. Однако в этом случае на показания лидара могут оказать

существенное влияние возмущения, индуцированные вихревыми следами за самолетами, совершающими посадку.

В связи с этим представляет интерес вопрос о влиянии пространственного положения лидара относительно посадочной глиссады на точность измерения профиля ветра в условиях воздействия вихревого следа самолетов.

Будем предполагать, что самолет, выполняющий посадку, движется с посадочной скоростью V_0 с углом наклона глиссады ϑ . Начальная интенсивность вихревого следа за самолетом с массой m определяется соотношением

$$\Gamma_0 = \frac{mg \cos \vartheta}{\rho V_0 L},$$

где: ρ — плотность воздуха на высоте полета самолета,

L — размах крыла, g — ускорение свободного падения, а расстояние между вихревыми жгутами равно

$$b_0 = \frac{\pi}{4} L.$$

Будем предполагать, что лидар расположен на траверзе глиссады на удалении z_0 , а высота глиссады в районе расположения лидара равна H_0 (рис. 1).

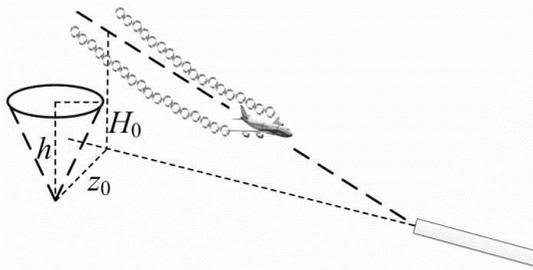


Рисунок 1. Геометрия расположения лидара относительно посадочной глиссады

02

Рассмотрим простейшую модель динамики вихревого следа, учитывающую ее затухание в турбулентной атмосфере, но не учитывающую характер вязкого взаимодействия вихревого следа с подстилающей поверхностью [1].

$$\frac{dz}{dt} = \frac{\Gamma}{2\pi} \left[\frac{2y}{4y^2} - \frac{2y}{4(z^2 + y^2)} \right] + W(y), \quad \frac{dy}{dt} = -\frac{\Gamma}{2\pi} \left[\frac{2z}{4z^2} - \frac{2z}{4(z^2 + y^2)} \right],$$

$$\frac{d\Gamma}{dt} = -\frac{C_k v_0}{T^* b_0} \Gamma,$$

где: $y(t)$, $z(t)$ — вертикальная и боковая координата вихревого жгута,

$w(y)$ — скорость ветра на высоте вихревого следа,

T^* — безразмерное время жизни вихревого следа, которое определяется в соответствии моделью Сарпкэя [3, 4] в зависимости от уровня интенсивности турбулентности атмосферы ε^* :

если $\varepsilon^* > 0,2535$, то $\varepsilon^*(T^*)^{4/3} = 0,7454$,

если $0,0121 < \varepsilon^* < 0,2535$, то $\varepsilon^* = (T^*)^{3/4} \exp(-0,70T^*)$,

если $0,001 < \varepsilon^* < 0,0121$, то $T^* = -180\varepsilon^* + 9,18$,

если $\varepsilon^* < 0,001$, то $T^* \equiv 9$,

$$v_0 = \frac{1}{2\pi} \frac{\Gamma_0}{b_0}, \quad C_k = \begin{cases} C_1, & \text{если } t \leq T^* \frac{b_0}{v_0}, \\ C_1, & \text{если } t > T^* \frac{b_0}{v_0}. \end{cases}$$

Боковое положение второго вихревого жгута вычисляется на основе соотношения

$$z_{(-)}(t) = -z_{(+)}(t) + 2 \int_0^t W(y(\tau)) d\tau.$$

Компоненты скорости, индуцированные вихревым жгутом в точке (x_i, y_i, z_i) , будем вычислять, используя модель вихревого ядра Хэллока — Бернхэма (Hallock — Burnham vortex),

$$v_{yi}(t) = \frac{\Gamma(t)}{2\pi} \frac{r(t)}{r^2(t) + r_c^2} \frac{z_i - z(t)}{r(t)}, \quad v_{zi}(t) = -\frac{\Gamma(t)}{2\pi} \frac{r(t)}{r^2(t) + r_c^2} \frac{y_i - y(t)}{r(t)},$$

где: $r(t) = \sqrt{(y_i - y(t))^2 + (z_i - z(t))^2}$,

r_c - радиус ядра вихревого следа [1].

На рис. 2—4 представлены некоторые результаты расчетов профиля скорости ветра на основе модели измерения скорости воздушной среды с учетом возмущений от вихревого следа. Предполагалось, что ветер на всех высотах сканирования является постоянным, перпендикулярным направлению глissады и равным 5 м/с. Высота глissады в районе расположения лидара была принята равной 50 м. В процессе моделирования варьировалось удаление

лидера от плоскости глассады и время начала цикла сканирования профиля ветром после пролета самолета траверза лидара.

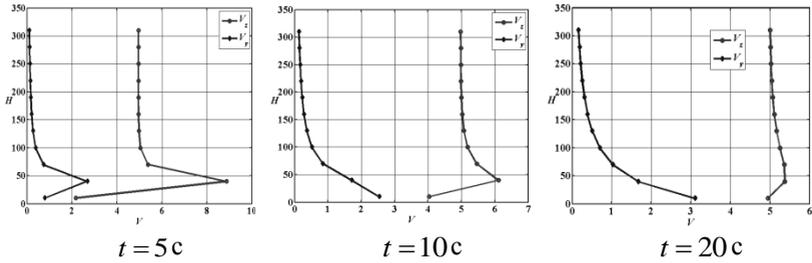


Рисунок 2. Влияние вихревого следа на результаты лидарных измерений профиля ветра, $z_0 = 0$ м

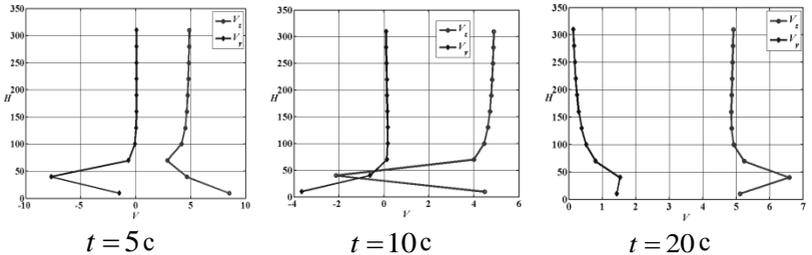


Рисунок 3 - Влияние вихревого следа на результаты лидарных измерений профиля ветра, $z_0 = 50$ м

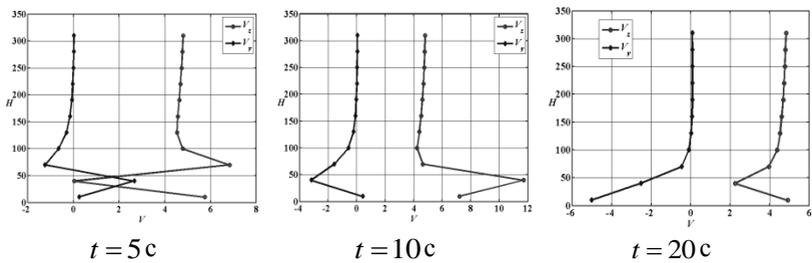


Рисунок 4. Влияние вихревого следа на результаты лидарных измерений профиля ветра, $z_0 = 100$ м

Представленные результаты показывают, что вихревой след оказывает существенное влияние на результаты лидарных измерений. В результате возмущений, вносимых вихревым следом, возникают

значительные градиенты в профиле ветра, что может интерпретироваться как наличие сдвига ветра.

Список литературы:

1. Бабкин В.И., Баранов Н.А., Белоцерковский А.С., Каневский М.И., Турчак Л.И. и др. Системы обеспечения вихревой безопасности полетов летательных аппаратов. М.: Наука, 2008.
2. Baranov N.A. Improving the scanning lidar wind speed measurement accuracy by using the optimal interpolation //European researcher = Европейский исследователь. 2012. Т. 1. № 5. С. 432—435.
3. Sarpkaya T. Daly J.J. Effect of Ambient Turbulence on Trailing Vortices. — J. of Aircraft, Vol. 24, 1987, pp. 399—404.
4. Sarpkaya T. Decay of Wake Vortices of Large Aircraft. — AIAA J., Vol. 36, 1998, pp. 1671—1679.

СЕКЦИЯ 6.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ СОВМЕЩЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ

Жуков Артем Николаевич

аспирант, ВолгГАСУ, г. Волгоград

E-mail: ya.elektronka2011@yandex.ru

INFLUENCE OF CLIMATIC FEATURES OF THE VOLGOGRAD REGION ON THE TEMPERATURE MODE OF THE COMBINED COVERINGS OF BUILDINGS

Artem Zhukov

post-graduate student, VolgGASU, Volgograd

АННОТАЦИЯ

В статье освещается влияние климатических особенностей Волгоградской области на температурный режим совмещенных покрытий жилых и общественных зданий. Приводятся экспериментальные данные об изменениях климата за последние 5 лет и предложены уточнения в действующие нормы.

ABSTRACT

In article influence of climatic features of the Volgograd region on a temperature mode of the combined coverings of residential and public buildings is shined. Experimental data about climate changes over the last 5 years are given and specifications in existing rules are offered.

Ключевые слова: совмещенные покрытия; температурный режим.

Keywords: combined coverings; temperature mode.

Изучение влияния климата на теплотехнические свойства ограждающих конструкций обусловлено необходимостью проектирования и строительства жилых и общественных зданий, обеспечивающих

комфортность проживания и жизнедеятельности людей и обеспечению санитарно-гигиенических требований и норм.

В связи с большой территорией нашей страны климатические особенности изменяются в весьма широких пределах в зависимости от географического положения, микрорельефа местности и времени года. Этим и объясняется сложный характер взаимосвязи окружающей среды с ограждающими конструкциями.

Волгоградская область находится в умеренном климатическом поясе и характеризуется континентальным климатом. Для данного типа климата характерны высокие амплитуды суточных и годовых колебаний температуры, высокой межсуточной изменчивостью температуры, значительно уменьшенной влажностью, облачностью и осадками, ослабленным ветром. Лето продолжительное, жаркое и сухое, зима холодная и малоснежная.

Основными климатическими воздействиями, которые оказывают влияние на совмещенное покрытие, являются температура наружного воздуха, воздействие солнечной радиации, скорость и направление ветра, количество осадков.

Для инженерных расчетов температурных режимов ограждающих конструкций используются климатические данные согласно СНиП [1].

В последние годы прослеживается тенденция к изменению климатических параметров в отдельных регионах нашей страны, но климатические факторы и данные об изменениях климата полностью не учтены и используются не в полном объеме в практике проектирования и строительства зданий и сооружений.

По данным экспертов, полученных в Институте глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, наметилась устойчивая тенденция повышения температуры воздуха. Так, за последние 10 лет она повысилась на 0,6°C. По прогнозам на 2020—2030 годы предполагается повышение температуры до 4,5°C.

Это существенно оказывает влияние при расчетах на теплоустойчивость совмещенных покрытий. Ведь основной проблемой связанной с эксплуатацией данных ограждающих конструкций является подверженность значительному перегреву в теплый период года.

Перегрев совмещенных покрытий зданий ведет, с одной стороны, к повышению температуры внутренней поверхности конструкции, что отражается на повышении температуры внутреннего воздуха помещений и не удовлетворению требований санитарно-гигиенических норм, с другой стороны, материалы подвержены термическому

растяжению и сжатию, и, как следствие, возможные деформации и разрушение конструкции.

На основании этого важно знать точные климатические данные районов строительства.

С целью сравнения данных о климатических параметрах представленных в СНиП [1] и данных метеорологических служб [3] была составлена сравнительная таблица 1, которая отражает изменение температуры наружного воздуха за последние 5 лет на территории Волгоградской области.

Таблица 1.

Сравнительная таблица климатических параметров

| Месяц | Год | t_n — температура наружного воздуха | | | Количество осадков | | |
|------------------|------|---------------------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------------|-----------|------------------------|
| | | Экспериментальные данные, °С | СНиП 23-01-99, °С | Отклонение от нормы, °С | Экспериментальные данные, мм | Норма, мм | Отклонение от нормы, % |
| Июнь | 2007 | 22,6 | 21,0 | +1,6 | 17 | 40 | +57,5% |
| | 2008 | 19,7 | | -1,3 | 8 | | +80% |
| | 2009 | 23,7 | | +2,7 | 10 | | +75% |
| | 2010 | 25,1 | | +4,1 | 3 | | +92,5% |
| | 2011 | 22,4 | | +1,4 | 10 | | +75% |
| | 2012 | 24,6 | | +3,6 | 18 | | +55% |
| Среднее значение | | | | +2,02 | Среднее значение | | +72,5% |
| Июль | 2007 | 24,0 | 23,4 | +0,6 | 32 | 37 | +13,5% |
| | 2008 | 24,1 | | +0,7 | 45 | | -21,6% |
| | 2009 | 25,8 | | +2,4 | 17 | | +54,1% |
| | 2010 | 28,2 | | +4,8 | 41 | | -10,8% |
| | 2011 | 28,4 | | +5,0 | 10 | | +72,9% |
| | 2012 | 25,2 | | +1,8 | 33 | | +10,8% |
| Среднее значение | | | | +2,55 | Среднее значение | | +19,8% |
| Август | 2007 | 27,5 | 22,0 | +5,5 | 2 | 28 | +92,8% |
| | 2008 | 24,0 | | +2,0 | 14 | | +50% |
| | 2009 | 19,9 | | -2,1 | 45 | | -60,7% |
| | 2010 | 27,8 | | +5,8 | 4 | | +85,7% |
| | 2011 | 23,4 | | +1,4 | 8 | | +71,4% |
| Среднее значение | | | | +2,52 | Среднее значение | | +47,8% |

На основании полученных результатов рекомендуется при расчете совмещенных покрытий на теплоустойчивость и определению колебаний температуры $A_{\text{шт}}$ значение t_n увеличить на 11 %:

$$t_n^{\text{расч}} = 1,1 \cdot t_n^{\text{СНиП}} \quad (1.1)$$

Исходя из таблицы 1, видно, что территория Волгоградской области подвержена жаркой сухой погоде, вследствие значительного недостатка осадков. Но, несмотря на это, совмещенное покрытие должно обладать соответствующими гидроизоляционными свойствами,

препятствующими попаданию атмосферных осадков в конструкцию, во избежание увлажнения теплоизоляционного слоя покрытия.

Еще одним климатообразующим фактором является солнечная радиация. В среднем годовая продолжительность солнечного сияния в районе Волгограда составляет 2265,4 ч. В летний период совмещенные покрытия интенсивно облучаются солнцем. Помимо прогрева конструкции совмещенного покрытия под действием солнечно-радиационного тепла, под действием ультрафиолета происходит разрушение верхнего кровельного ковра. Весьма чувствительны к данному воздействию материалы на основе битума. Поэтому при проектировании совмещенных покрытий следует выбирать кровельный материал с повышенной теплостойкостью.

Наряду с температурой наружного воздуха и солнечной радиацией, скорость ветра также относят к числу наиболее важных климатических факторов влияющих на температурный режим совмещенных покрытий. Недооценка влияния этого фактора может привести к заниженным показателям расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха $A_{тн}$ при расчете на теплоустойчивость по СНиП [2] по формуле:

$$A_{тн}^{расч} = 0,5A_{тн} + \frac{\rho(I_{max} - I_{cp})}{\alpha_n^n}, \quad (1.2)$$

где: $\alpha_n^n = 1,16 \cdot (5 + 10 \cdot \sqrt{V})$ — коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности.

Так, согласно СНиП [1], V — минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль составляет 5,2 м/с. Подставляя в формулу (1.2) получим $A_{тн} = 29,17$ °С. Если же принять условия штиля, т. е. $V = 0,2$ м/с, то $A_{тн} = 57,94$ °С.

По данным [3] за летний период преобладающая скорость ветра 2—4 м/с, что по шкале Бофорта характеризуется слабым ветром.

Исходя из климатических особенностей Волгоградской области, климатический режим в летний период можно характеризовать как жарко-штилевой. При этом изменения климатических параметров требуют своевременного внесения уточнений в действующие нормативные документы с целью получения достоверных результатов при расчетах температурного режима совмещенных покрытий.

Список литературы

1. СНиП 23-01-99* Строительная климатология. ГОССТРОЙ РФ. М.2002.
2. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий. ГОССТРОЙ РФ. М.2004.
3. Климатический монитор погоды в Волгограде [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: <http://www.pogoda.ru.net/monitor.php?id=34560>

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АРХИТЕКТУРЕ

Ким Татьяна Эдуардовна

магистр наук, ассистент проф. ФА КазГАСА, г. Алматы

E-mail: t27112004@mail.ru

INTELLIGENT INFORMATION TECHNOLOGIES IN ARCHITECTURE

Tatyana E. Kim

Master of science, Assistant Professor KazGASA, Almaty

АННОТАЦИЯ

Целью проводимого исследования являлось рассмотрение технологий «интеллектуальной» архитектуры. В результате подробно была рассмотрена система «JAMES».

ABSTRACT

The aim of the study was conducted by review of technology, "intelligent" architecture. As a result, the system was examined in detail «JAMES».

Ключевые слова: технологии; «интеллектуальная» архитектура; «умный» дом

Keywords: technology; «intelligent» architecture; «smart» home

С середины XIX века достижения техники позволили создавать альтернативные пространства, пригодные для жизни, кроме тех, что основаны на традиционной тектонике конструкций и материалов. Развитие механических и электрических систем окружающего контроля и их применение в здании превратило службы обеспечения в наиболее важные условия проектирования и отразилось на технологиях и эстетике архитектуры. «Интеллектуальная архитектура» отличается высоким уровнем автоматизации, встроенным информационным контролем и энергообеспечением. Множество технологий, ориентируемых на человека, предназначены для облегчения взаимодействия людей между собой и человека с машиной [2].

Развитие «интеллектуальной архитектуры» как информационно открытой, самоорганизующейся кибернетической системы, было

частично исследовано В. Броуди, который предлагал комплексную, целенаправленную и активную среду в исследовании «Проектирование интеллектуальных сред». Публикация раскрывала возможность создания с помощью компьютерных медиатехнологий комплексной самоорганизующейся интеллектуальной системы. Существование подобной среды предполагалось Броуди как в виртуальных, так и в фактических понятиях, она описывалась как концепция «мягкой архитектуры» (soft architecture). Броуди подчеркивал, что уровни взаимодействия могут повышаться, что возможности интеллектуальной среды заключаются не только в реагировании, но и в понимании потребностей пользователя, составленных из простых ответов на вопросы этой среды. Степень участия зависит от возможностей среды, ее способностей предвидеть потребности пользователя, основанной на предыдущем опыте.

Инженеры и материальные технологии сделали ряд открытий, позволивших им включить «умные» материалы в конструкции, адаптируя ее к различным условиям. Это облегчает различные изменения в работе сооружения и оживляет его инертную структуру. Различные механические устройства работают как мускулы, сенсоры — это нервы и память, коммуникации и компьютерные сети служат «головным» и «спинным мозгом». Механические устройства могут изменять жесткость, упругость, положение, частоту и др. в зависимости от температуры и электромагнитных полей [2].

Умный дом (англ. digital home) — жилой автоматизированный дом современного типа, организованный для удобства проживания людей при помощи высокотехнологичных устройств. Под «умным домом» следует понимать систему, которая должна уметь распознавать конкретные ситуации, происходящие в здании, и соответствующим образом на них реагировать: одна из систем может управлять поведением других по заранее выработанным алгоритмам. Основной особенностью интеллектуального здания является объединение отдельных подсистем в единый управляемый комплекс [1].

Под термином «умный дом» обычно понимают интеграцию следующих систем в единую систему управления зданием:

- Систему отопления, вентиляции и кондиционирования
- Охранно-пожарную сигнализацию, систему контроля доступа в помещения, контроль протечек воды, утечек газа
- Систему видеонаблюдения
- Сети связи (в том числе телефон и локальная сеть здания)
- Систему освещения

- Систему электропитания здания (АВР, промышленные ИБП, дизель-генераторы)
- Механизацию здания (открытие/закрытие ворот, шлагбаумов, электроподогрев ступеней и т. п.)
- Управление с одного места аудио-, видеотехникой, домашним кинотеатром, мультимедиа
- Телеметрия — удалённое слежение за системами
- IP-мониторинг объекта — удалённое управление системами по сети
- GSM-мониторинг — удалённое информирование об инцидентах в доме (квартире, офисе, объекте) и управление системами дома через телефон (в некоторых системах при этом можно получать голосовые инструкции по планируемым управляющим воздействиям, а также голосовые отчеты по результатам выполнения действий).
- Удалённое управление электроприборами, приводами механизмов и всеми системами автоматизации.

Электронные бытовые приборы в умном доме могут быть объединены в домашнюю Universal Plug'n'Play — сеть с возможностью выхода в сети общего пользования.

На сегодняшний день технологии позволяют строить домашнюю автоматизацию покомпонентно — выбирать только те функции умного дома, которые действительно нужны. Модульная структура позволяет создавать системы невысокой стоимости.

- LanDrive — наиболее доступная на сегодняшний день платформа для построения шинных распределённых систем управления внутренним и уличным освещением, силовыми нагрузками, электроприборами, а также такими системами, как отопление, кондиционирование, вентиляция, охранная сигнализация, контроль доступа и протечек воды. Также возможно управление аудио- и видеотехникой, домашними кинотеатрами, жалюзи, рольставнями, шторами, воротами, насосами, двигателями. В основном ориентирована на применение в составе «умного дома», но в последнее время всё чаще применяется в системах учёта и сбережения энергоресурсов, контроля доступа, охранно-пожарных системах.

- EIB/KNX (European Installation Bus — «Европейская инсталляционная шина»).

- LON (LonWorks) Helvar — для систем управления освещением использует протокол DALI и DSI.

- X10 — протокол управления электроприборами. Сигнал передается по электрическим проводам либо в радиодиапазоне. Недостатки — низкая скорость передачи информации и помехозащищенность, проблема ложного срабатывания, отсутствие обратной связи приёмника с передатчиком, возможны конфликты устройств X10 разных производителей и несанкционированный доступ к устройствам X10 по электросети.

- Z-Wave — запатентованный беспроводный протокол связи, разработанный для домашней автоматизации, в частности для контроля и управления на жилых и коммерческих объектах. Технология использует маломощные и миниатюрные радиочастотные модули, которые встраиваются в бытовую электронику и различные устройства, такие как освещение, отопление, контроль доступа, развлекательные системы и бытовую технику.

- ONE-NET — открытый протокол беспроводной сети передачи данных, разработанный для целей автоматизации зданий и управления распределёнными объектами.

- 1-Wire — технология, которая позволяет связать многие датчики и приборы в одну сеть, управление в которой на себя берёт персональный компьютер. Для передачи данных в такой сети используется всего один провод. Отличается дешёвизной и простотой установки.

Например, система «JAMES» (рис. 1) представляет собой своеобразный интеллектуальный центр с возможностью дистанционного управления электроприборами, ведения видеонаблюдения, регистрации различных характеристик, исполнения секретарских и других функций. Доступ системы в интернет осуществляется любым видом соединения — аналоговым модемом, ISDN, DSL через сервер провайдера или с помощью прямого Dial-up соединения. Хозяин может «зайти» на James-компьютер через интернет из любой точки планеты и проконтролировать, как происходящее, так и прошедшее, однако компьютер не должен постоянно находиться в интернете и самостоятельно оборвет соединение через 20 минут после окончания связи.

Система JAMES, имея 2 собственных USB разъема, после подключения к компьютеру «рассматривает» USB разъемы компьютера как свои собственные и полностью перенимает другие коммуникационные возможности. Таким образом, функциональность JAMES находится в прямой зависимости от возможности компьютера [3].



Рис.1 Комплект «JAMES»

Минимальные системные требования:

- ОС: Windows 98/98SE/ME/2000/XP;
- PC: Pentium 300 МГц / 128 Мб ОЗУ / 200 Мб свободной памяти на жестком диске;
- ПО: Internet Explorer 4.x и выше;
- Модем DSL / ISDN / 56K или GSM с поддержкой передачи голосовых сообщений, частотного набора номера (DTMF) и передачи SMS.

Как говорит Д. Фрейзер в своей концепции эволюционирующей архитектуры, следствием будет «открытое сооружение с открытой средой, как с метаболической, так и с социальной стороны. Это принесет стабильность и обеспечит эволюционное развитие взаимосвязей со средой. Это будет способствовать сохранению информации, используя процессы автокатализа и необходимого развития новых форм и структур... Это не статическая картина бытия, но динамичный процесс становления и развития — прямая аналогия с естественным миром».

Список литературы:

1. <http://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 22.06.12)
2. <http://www.i-home.ru/site.xp/049055048050124051056049055124.html> (дата обращения: 02.06.12)
3. http://www.3dnews.ru/peripheral/james_smart_home (дата обращения: 13.06.12)

СЕКЦИЯ 7.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ДОБАВКИ МОРСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Лях Владимир Алексеевич

аспирант, ДВФУ Школы биомедицины, г. Владивосток

E-mail: lyah_v@bk.ru

Федянина Людмила Николаевна

д-р мед. наук, профессор ДВФУ Школы биомедицины,

г. Владивосток

E-mail: fedyanina52@mail.ru

Смертина Елена Семеновна

канд. техн. наук, доцент ДВФУ Школы экономики и

менеджмента, г. Владивосток

E-mail: smertina-lena@mail.ru

PERSPECTIVE BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVES MARINE ORIGIN FOR THE PRODUCTION OF BAKERY PRODUCTS FUNCTIONAL ORIENTATION

Vladimir Lyakh

postgraduate student of FEFU School of Biomedicine , Vladivostok

Lyudmila Fedyanina

doctor of Medical Sciences, Professor of FEFU School of Biomedicine

, Vladivostok

Elena Smertina

candidate technical, Associate Professor of FEFU School of

Economics and Management, Vladivostok

АННОТАЦИЯ

Целью работы явилась разработка хлебобулочных изделий функциональной направленности с применением биологически активных добавок, полученных из сырья морского происхождения. Для исследования хлебобулочных изделий по показателям качества применялись стандартные методы. Результаты показали положительное влияние вносимых добавок на физико-химические и органолептические показатели качества хлебобулочных изделий, что позволяет их рекомендовать не только для придания функциональной направленности, но и для улучшения технологических параметров производства.

ABSTRACT

The purpose of the work was the development of bakery products functional orientation with biologically active additives derived from raw of marine origin. For research the bakery products for the quality indicators was used of standardized methods. The results showed a positive effect introduction additives on the physico-chemical and organoleptic quality indicators of bread, which allows them to recommend not only to give a functional orientation, but also to improve the technological parameters of product.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия; Моллюскам; Тинростим; Фуколам; функциональная направленность

Keywords: bakery products; Molyskam; Tinrostim; Fukolam; functional orientation

В настоящее время потребители все чаще обращают внимание на свое здоровье. В современной городской среде при традиционном питании человек обречен на различные виды пищевой недостаточности, которая провоцирует снижение защитных функций организма, что резко повышает риск многих заболеваний.

В последнее время повысился спрос на продукты питания морского происхождения, в число которых входят морские водоросли и продукты их переработки.

Хлебобулочные изделия являются продуктами повседневного спроса. На сегодняшний день одной из перспективных задач в области политики правительства Российской Федерации является создание пищевых продуктов, в том числе и хлебобулочных изделий, обогащенных физиологически функциональными пищевыми ингредиентами. В последнее время повысился спрос на продукты питания морского происхождения. Дальневосточный регион богат ресурсами морского геноза. В связи с этим встал вопрос о перспективе

применения биологически активных добавок и продуктов комплексной переработки гидробιονтов в производстве хлебобулочных изделий.

Нами предложено вносить в рецептуру хлебобулочных изделий биологически активные добавки (БАД) к пище, полученные из сырья морского происхождения: Моллюскам, Тинростим и Фуколам, а также водно-этанольный экстракт бурых водорослей *Fucus evanescens* (Фуколам—Э), который является отходом производства БАД Фуколам.

БАД к пище Моллюскам разработана учеными Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра (ТИНРО) [5]. Моллюскам получают из двухстворчатых и головоногих моллюсков методом ферментативного гидролиза. Основными компонентами БАД являются свободные аминокислоты (50—70 %), включающие все незаменимые аминокислоты, низкомолекулярные белки и пептиды, а также высокоэффективный компонент комплексного действия — таурин (6—8 %), дополненный природными минеральными компонентами в легкоусвояемой форме (калий, магний, железо, цинк, медь и др.) [1].

БАД Моллюскам обладает общеукрепляющим действием, повышает сопротивляемость организма к действию неблагоприятных факторов внешней среды, восполняет недостаток аминокислот в организме, обладает антиоксидантным действием и др.

Тинростим получают из оптических ганглиев кальмаров всех промысловых видов. Препарат состоит на 84 % из низкомолекулярных пептидов и на 16 % — из свободных аминокислот. В составе преобладают аспарагиновая и глутаминовая кислоты. Тинростим усиливает деятельность иммунной системы, повышает сопротивляемость организма к действию болезнетворных микроорганизмов и ядовитых продуктов, предупреждает развитие тяжелых заболеваний и злокачественных образований [2].

Фуколам разработан учеными Тихоокеанского института биоорганической химии (ТИБОХ) ДВО РАН, на основе полисахаридов морских водорослей (фукоидана), разрешен к применению в качестве источника полисахаридов и растворимых пищевых волокон [4]. Эффективность и целесообразность регулярного употребления фуколама и продуктов на его основе в пищу доказана многочисленными медико-биологическими исследованиями.

Фуколам на 80 % состоит из фукоидана и на 20 % из альгиновой кислоты. Фукоиданы — структурные водорастворимые высокосульфатированные полисахариды, входящие в состав клеточных стенок бурых водорослей. Фукоиданы обладают большим спектром биологической активности, основным проявлением которой можно считать антикоагулянтную и антитромботическую активность [3].

Существующий способ комплексной переработки бурых водорослей, разработанный в лаборатории химии ферментов ТИБОХ ДВО РАН, предполагает на первом этапе их обработку большим количеством этанола, в результате чего образуется побочный продукт — водно-этанольный экстракт (Фуколам-Э), который в настоящее время практически не применяется в пищевой промышленности [6]. Однако, химический состав Фуколама-Э и доказанные медико-биологические свойства демонстрируют его достаточно выраженные перспективы применения в пищевой промышленности [7].

На базе Дальневосточного федерального университета был разработан хлеб функциональной направленности с предлагаемыми БАД к пище и водно-этанольным экстрактом. Стандартными методами, в соответствии с государственными стандартами Российской Федерации, было изучено влияние биологически активных добавок на изменение органолептических и физико-химических показателей качества хлеба.

Для исследования брали хлеб с внесением добавок в концентрациях, которые обеспечивали суточную потребность человека в изучаемой БАД (по данным авторов-разработчиков), а также обеспечивали оптимальные органолептические показатели.

Результаты органолептического анализа показали, что образцы хлеба с добавлением БАДов и Фуколама-Э, практически не отличались от контрольных, имели гладкую поверхность, приятный вкус и аромат. Хлеб выделялся развитой пористостью и высоким объемом.

На основе данных физико-химических исследований было установлено, что хлеб с добавлением БАДов и Фуколама-Э лучше сохраняет формоустойчивость и удельный объем при хранении. Помимо этого, хлеб с БАД в большей степени сохранил способность связывать воду, что позволяет создать изделия с нежной структурой мякиша.

Таким образом, добавление в хлеб биологически активных добавок пище из сырья морского происхождения позволяет создать продукт функциональной направленности, обладающий улучшенными органолептическими, физико-химическими и структурно-механическими показателями качества.

Хлебобулочные изделия с добавлением предлагаемых биологически активных добавок можно рекомендовать для профилактического питания лицам, занятым интенсивным физическим или умственным трудом, в качестве источника аминокислот и минералов и для усиления иммунитета.

Список литературы:

1. Беседнова, Н.Н. Биологически активная добавка к пище Моллюскам / Н.Н. Беседнова, Т.Н. Пивненко, Т.С. Запорожец. — Владивосток. ТИНРО — Центр, 2007. — 36 с.
2. Гажа, А.К. Биологически активные добавки к пище (БАД) Приморского края / А.К. Гажа, Н.Н. Беседнова, Т.С. Запорожец. — Владивосток. ТИНРО — Центр, 2006. — 119 с.
3. Запорожец, Т.С. Клеточные и молекулярные механизмы иммуномодулирующего действия биополимеров морских гидробионтов : автореф. дис...докт. мед.наук : 02.00.08 /Запорожец Татьяна Сергеевна. — В. Владивосток, 2006. — 350 с.
4. Смертина, Е.С., Федянина, Л.Н., Каленик Т.К., Карасева, С.В., Плаксен, Н.В., Хильченко, Н.С. Исследование адаптогенных свойств фуколама — функционального ингредиента из водорослей // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2010. — № 4. — С. 23—25.
5. ТУ 9283 — 247 — 00472012 — 04. Моллюскам. Биологически активная добавка к пище. Технические условия. — Владивосток. ФГУП ТИНРО-Центр. 2004. — 7 с.
6. ТУ 9284 — 068 — 02698170 — 2007. Фуколам-Э Экстракт бурой водоросли жидкий. Технические условия — Владивосток. ТИБОХ ДВО РАН, 2007. — 7 с.
7. Федянина Л.Н., Каленик Т.К., Смертина Е.С. и др. Перспективы применения отходов производства БАД из морских водорослей для создания продуктов функционального питания. // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Ключевые вопросы в современной науке — 2011». — София: «БялГРАД-БГ» ООД, 2011. — Т. 35. — С. 92—94.

СЕКЦИЯ 8.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДА ЛИНЕАРИЗАЦИИ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ БЕЛОГО ШУМА

Панюков Алексей Геннадьевич

*магистр, аспирант кафедры «Системы Передачи Информации»
Омского Государственного Университета Путей Сообщения, г. Омск*

E-mail: panukov_ag@mail.ru

MODELING OF METHOD OF LINEARIZATION OF THE TRANSMITTING CHARACTERISTIC OF THE ANALOG- TO-DIGITAL CONVERTER UNDER THE INFLUENCE OF WHITE NOISE

Alexey G. Panyukov

*master, post-graduate of «Information Transmitting Systems» chair of
Omsk State Transport University, Omsk*

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассматривается метод линеаризации передаточной характеристики аналого-цифровых преобразователей, основанный на методе наименьших квадратов, при воздействии белого шума. Приводятся результаты моделирования данной методики при воздействии белого шума в среде Matlab.

ABSTRACT

In this paper is considered the method of a linearization of the transmitting characteristic of the analog-to-digital converters under the influence of white noise. Described results of this methodic modeling under the influence of white noise in Matlab IDE.

Ключевые слова: аналого-цифровой преобразователь; АЦП; дискретизация; интегральная нелинейность; дифференциальная

нелинейность; метод наименьших квадратов; МНК; линеаризация; передаточная характеристика; белый шум.

Keywords: analog-to-digital converter; ADC; digitization; integral nonlinearity; differential nonlinearity; method of least squares; linearization; transmitting characteristic; white noise.

Идеальный аналого-цифровой преобразователь имеет линейную характеристику преобразования [1]. Реальные аналого-цифровые преобразователи обладают нелинейной характеристикой, описываемой такими параметрами, как дифференциальная и интегральная нелинейности [4, 6].

В данной работе рассматривается метод линеаризации характеристики преобразования, базирующийся на методе наименьших квадратов [2].

Суть метода описана в работе [3] и заключается в применении метода наименьших квадратов для нахождения гипотезы полиномиального разложения передаточной характеристики.

Введем следующие обозначения:

- x_i — последовательность отсчетов некоторого сигнала на выходе аналого-цифрового преобразователя.
- x_i' — последовательность исходных значений сигнала (до обработки аналого-цифровым преобразователем) — считаем, что его параметры нам известны.
- y_i — последовательность оценок сигнала искомой моделью.

Введем передаточную характеристику аналого-цифрового преобразователя, как зависимость, определяемую исходя из следующего соотношения:

$$y_k = H[x(t_k)], \quad (1)$$

где: $x(t_k)$ — значение исходного аналогового сигнала в моменты времени t_k ;

H — функция, описывающая характеристику преобразования АЦП;

y_k — значение k -го отсчета дискретизированного сигнала.

Введем нелинейность АЦП путем представления $H[x(t_k)]$ как серию последовательных преобразований входного сигнала:

$$H[x(t_k)] = H_n \{H_0[x(t_k)]\} \quad (2)$$

Соотношение (2) можно поясняется на рис. 1. На первом этапе входной сигнал $x(t)$ преобразуется в последовательность отсчетов x_k

с помощью идеального АЦП, имеющего характеристику преобразования $H_0[x(t_k)]$. На втором этапе последовательность x_k поступает на вход нелинейной части АЦП с характеристикой $H_n[x_k]$. В итоге получаем последовательность искаженных выборок y_k .

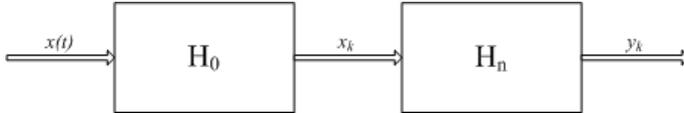


Рис.1 Графическое представление аналого-цифрового преобразования

Далее будем рассматривать только нелинейную составляющую передаточной характеристики $H_n[x_k]$.

$$H_n(x_i) = \sum_{k=1}^m a_k x_i'^k \quad (3)$$

В работе [3] показано, что можно построить систему уравнений (4), из которой можно определить параметры гипотезы (3)

$$\sum_{k=0}^m a_k E_{k,j} - R_j = 0 \quad (4)$$

где: $E_{k,j}$ и R_j не зависят от искоемых параметров и определяются соотношением (5).

$$E_{k,j} = \sum_{i=1}^n (x_i')^{k+j} \quad (5)$$

$$R_j = \sum_{i=1}^n x_i (x_i')^j$$

Таким образом, выделим основные шаги для реализации линеаризации передаточной характеристики аналого-цифровых преобразователей:

- Исходя из параметров АЦП, определяется необходимый порядок полинома, аппроксимирующего характеристику преобразования, m .
- На вход аналого-цифрового преобразователя подается некоторый заранее известный пробный сигнал.
- Используя соотношения (5), находится система уравнений (4) для нахождения аппроксимирующей модели.
- Полученные коэффициенты используются для вычисления значений входного сигнала в рабочем режиме.

Для иллюстрации результатов, которые могут быть получены с применением описанной методики, зададим нелинейную характеристику преобразования в виде:

$$H_5(x_i) = x_i - 0.1x_i^3 + 0.1x_i^5 \quad (6)$$

В качестве тестового сигнала использовался моногармонический радиопульс и линейно нарастающий сигнал, охватывающий весь динамический диапазон аналого-цифрового преобразователя.

Была исследована точность восстановления параметров нелинейного АЦП при различных разрядностях АЦП. В таблице 1 представлено максимальное относительное отклонение найденных параметров модели от исходных для различных значений разрядности аналого-цифрового преобразователя.

Таблица 1.

Результаты моделирования метода линеаризации

| Разрядность АЦП | Ошибка, % (линейно нарастающий сигнал) | Ошибка, % (гармонический радиопульс) |
|-----------------|--|--------------------------------------|
| 5 | 46,3289 | 1,3724 |
| 6 | 37,3857 | 0,549 |
| 7 | 2,9761 | 0,0819 |
| 8 | 13,0585 | 0,2256 |
| 9 | 5,6197 | 0,207 |
| 10 | 2,506 | 0,0451 |
| 11 | 1,6001 | 0,0127 |
| 12 | 0,405 | 0,0089 |
| 13 | 0,3764 | 0,0029 |
| 14 | 0,1625 | 0,0008 |
| 15 | 0,0448 | 0,0018 |
| 16 | 0,0366 | 0,0002 |
| 17 | 0,0029 | 0,001 |
| 18 | 0,0128 | 0,0002 |
| 19 | 0,0055 | 0 |
| 20 | 0,0024 | 0 |

Далее было проведено моделирование описанного метода при воздействии входного шума. В качестве модели мешающего воздействия был выбран белый гауссов шум. Получены результаты, описывающие зависимость ошибки определения коэффициентов полинома (3) от отношения сигнал/шум при фиксированной разрядности АЦП в 14 бит. Результаты отображены в таблице 2.

Таблица 2.

**Результаты моделирования метода линеаризации
при воздействии белого гауссового шума**

| Отношение сигнал/шум, дБ | Ошибка, % (линейно нарастающий сигнал) | Ошибка, % (гармонический радиосигнал) |
|-------------------------------------|---|--|
| 12,45 | 23,13 | 22,18 |
| 19,76 | 10,02 | 9,50 |
| 23,28 | 6,79 | 6,78 |
| 26,87 | 4,56 | 4,46 |
| 28,97 | 3,57 | 3,49 |
| 30,81 | 2,93 | 2,90 |
| 31,93 | 2,73 | 2,70 |
| 33,38 | 2,58 | 2,56 |
| 34,78 | 2,22 | 2,16 |
| 36,42 | 1,97 | 1,65 |
| 40,15 | 1,77 | 1,29 |
| 42,61 | 1,22 | 0,98 |
| 43,07 | 0,97 | 0,88 |
| 46,02 | 0,67 | 0,65 |
| 47,32 | 0,61 | 0,60 |
| 56,28 | 0,34 | 0,26 |

Из полученных результатов можно сделать вывод, что предлагаемый метод позволяет оценивать и устранять нелинейности аналого-цифровых преобразователей. Его использование может помочь расширить динамический диапазон существующих АЦП.

Наличие мешающего воздействия повышает ошибку определения параметров модели (1), но при отношении сигнал/шум более 20 дБ вносит малое влияние, сравнимое с влиянием ошибки квантования.

Список литературы:

1. Бондарь М.С. Повышение Точности Процесса Аналого-Цифрового Преобразования. Материалы IV Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научный потенциал студенчества в XXI веке» Том первый. Естественные и технические науки. Ставрополь: СевКавГТУ, 2010. — 582 с.
2. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. Множественная регрессия. 3-е изд. — М.: Диалектика, 2007. — С. 912.
3. Панюков А.Г. Метод линеаризации передаточной характеристики аналого-цифрового преобразователя, основанный на методе наименьших квадратов. Материалы IX международной заочной научно-технической конференции «Технические науки — от теории к практике» — Новосибирск: СибАК, 2012. С 107—112
4. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. — СПб: Питер, 2002. — 604 с.
5. Melkonian L. Improving A/D Converter Performance Using Dither. USA: National Semiconductor, 1992. — 32 с.
6. Widrow B., Kollár I. Quantization Noise, Roundoff Error in Digital Computation, Signal Processing, Control, and Communications. — Cambridge: Cambridge University Press, 2008. — 752 с.

СЕКЦИЯ 9.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ

СНЕГ КАК ИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

*Курмазова Надежда Александровна,
ст. преподаватель каф. БЖД, ЗабГУ, г. Чита
E-mail: kurmazovana@mail.ru*

SNOW AS AN INDICATOR OF AIR POLLUTION

*Nadezhda Kurmazova
senior lecturer kaf. BZhD ZabGU, Chita*

АННОТАЦИЯ

Снежный покров обладает рядом свойств, делающих его удобным индикатором атмосферного воздуха, атмосферных осадков, а также последующего загрязнения почвы. Чем ближе источник загрязнения, тем больше в пробе снега будет содержаться тяжелых металлов, пыли и т. д. Пробы снежного покрова отбираются на всю мощность из шурфов или снегоотборниками, при этом обязательно фиксируется площадь шурфа и время снегостава. Характеристика снежного покрова проводится по геохимическим показателям. На основе указанных геохимических показателей строятся карты распределения отдельных химических элементов или их ассоциаций. По результату можно наглядно увидеть районы интенсивного загрязнения и принять необходимые меры.

ABSTRACT

Snow cover has several properties that make it a convenient indicator of air, precipitation, as well as in the following soil contamination. The closer the source of contamination, the more snow in the sample will contain heavy metals, dust, etc. Samples were selected on the snow all the power of the pits or snegootbornikami, while necessarily fixed area of

the pit and the time snegostava. Characteristics of snow cover is held on the geo-chemical parameters. On the basis of geochemical of indicators constructed maps of the distribution of individual chemical elements and their associations. As result we can clearly see areas intensively pollution and take appropriate action.

Ключевые слова: снежный покров; загрязнение; индикатор; атмосферный воздух; пробы; шурф; фракции; осадок; взвешивание; карты.

Keywords: Snow cover, pollution, light, air, sample pit, fractions, and the precipitate, weighing card.

Снежный покров накапливает в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу. В связи с этим он обладает рядом свойств, делающих его удобным индикатором атмосферного воздуха, атмосферных осадков, а также последующего загрязнения почвы. При образовании снежного покрова из-за процессов сухого и влажного выпадения примесей концентрации загрязняющих веществ в снегу оказывается на 2—3 порядка выше, чем в атмосферном воздухе. Поэтому изменения их содержания могут производиться более простыми методами с высокой степенью надежности. Средняя продолжительность снежного покрова в нашей местности составляет 5 месяцев (с ноября по апрель).

В зависимости от источника загрязнения изменяется состав снежного покрова, чем ближе источник загрязнения, тем больше в пробе снега будет содержаться тяжелых металлов, пыли и т. д.

Снежный покров отражает различные временные характеристики загрязнения. Содержание металлов в снежном покрове является результатом загрязнения атмосферного воздуха, суммируя колебания уровней загрязнения, связанные с воздействием технологического процесса, эффективностью пылегазоулавливания, влиянием метеорологических и других факторов. В снежном покрове отражается существующее загрязнение е атмосферного воздуха [2, 3, 4, 5].

Пробы снежного покрова отбираются на всю мощность из шурфов или снегоотборниками, при этом обязательно фиксируется площадь шурфа и время снегостава. Размеры шурфа замеряются по длине и ширине для расчета площади, на которую проектируется выпадения из атмосферы. При этом вес пробы должен быть не менее 6 кг, чтобы получить массу выпадений, достаточную для проведения анализа на содержание металлов. Дата отбора проб четко фиксируется, что позволяет определить время, за которые накопились в снегу

атмосферные выпадения. Оно рассчитывается от даты установления устойчивого снежного покрова (по данным гидрометеослужбы).

Отобранные пробы снега растапливаются и центрифугируются для выделения твердой фракции выпадений. После высушивания, осадок взвешивается. Вес осадка определяет общее количество пыли, выпадающей за единицу площади в единицу времени. Расчет ведется по формуле:

$$P = \frac{P_a}{S T},$$

где: P_a — вес пыли, осажженной снегом,

S — проективная площадь осаждения

T — временной интервал в сутках между моментом опробования и датой установления устойчивого снежного покрова.

Основные требования к химико-аналитическим исследованиям при проведении геохимического картирования снежного покрова связаны с необходимостью экспрессного получения данных по максимальному широкому комплексу химических элементов, формирующих зоны загрязнения. С этой целью используется спектральные методы анализа. При исследовании металлов в снежном покрове обязательно определение свинца, ртути, цинка, меди, хрома, никеля, ванадия, олова. При наличии источников выбросов кадмия, мышьяка, фтора определение этих элементов в природных средах проводят атомно-абсорбционной спектрофотометрией и йонселективными методами.

Характеристика снежного покрова проводится по геохимическим показателям. Они учитывают распределение как отдельных металлов, участвующих в загрязнении, так и ассоциации, обусловленные полиэлементностью химического состава техногенных потоков, формирующих загрязнение. К таким показателям относятся коэффициент концентрации химических элементов K_c и суммарный показатель загрязнения Z_c . Коэффициент концентрации — это показатель кратности повышения содержания химических элементов в точке опробования над его средним содержанием в аналогичной природной среде на фоновом участке. Фоновые участки выбираются на территориях, не подвергающихся загрязнению или испытывающих его в минимальной степени [1].

Кроме того, интенсивность накопления свинца, меди и ртути в депонирующих средах сравнивается с их расчетными допустимыми уровнями.

Данные по загрязнению снежного покрова представляется, кроме уже указанных, следующими показателями:

- показателями концентрации химических элементов в пыли, уловленной снежным покровом (в мг/кг пыли);
- показателя выпадения общей пыли, рассчитываемого на единицу площади за единицу времени (г/км² сутки);
- показатели массы химических элементов с выпадение пыли на снежный покров (мг/км² сутки).

Для этих величин рассчитываются также коэффициенты концентрации по сравнению с фоновыми уровнями и суммарный показатель нагрузки, аналогичный суммарному показателю загрязнения.

На основе указанных геохимических показателей строятся карты распределения отдельных химических элементов или их ассоциаций. На моноэлементных картах в виде изолиний абсолютных содержаний или превышений над фоном показывается распределение отдельных металлов. Интервалы градации между изолиниями принимаются в арифметической пропорции [3, 4, 6,]. Но при построении карт выделяют четыре уровня загрязнения.

Таким образом, можно наглядно увидеть районы (места) интенсивного загрязнения и принять необходимые меры.

Список литературы:

1. Амбарцумян, В.В. Экологическая безопасность автомобильного транспорта / В.В. Амбарцумян, В.Б. Носов, В.И. Тагасов. — М.: ООО Издательство «Научтехлитиздат», 1999.
2. Атапин, В.Г. Основы работоспособности технических систем / В.Г. Атапин // Автомобильный транспорт. — Новосибирск: изд-во НГТУ, 2007. — 19 с.
3. Белецкий, Г.Г. Федеральный Закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» / Г.Г. Белецкий. — Чита, 2002. — 64 с.
4. Белов, С.В. Охрана окружающей среды / С.В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков. — 1991. — С. 27.
5. Берюшев, К.Г. Экспериментальное изучение токсичности пропана, бутана и пентана при их одновременном присутствии в атмосферном воздухе. — Уменьшение токсичности отработавших газов автомобилей с помощью ограничителя разрежения / К.Г. Берюшев, М.П. Вида // В кн.: Снижение загрязнения воздуха в городах выхлопными газами автомобилей. — М., 1971. — С. 98.
6. Богатырев, А.В. Автомобили / Есеновский-Лашков Ю.К, Насоновский М.Л, Чернышов В.А. — М.: КолосС. — 2005, С. 5.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ СБОРА, ТРАНСПОРТИРОВКИ, ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ (ТБО)

Санкин Стас Александрович

*аспирант кафедры социальной экологии и природопользования
Российского Государственного Социального Университета, г.*

Москва

E-mail: sankin.ecologist@gmail.com

MAIN TRENDS IN THE COLLECTION, TRANSPORTATION, AND DECONTAMINATION OF MUNICIPAL SOLID WASTE (MSW)

Stas Sankin

*postgraduate of the Department of Social Ecology and Nature
Russian State Social University, Moscow*

АННОТАЦИЯ

В статье идет речь о существующих методах обращения с твердыми бытовыми отходами в Российской Федерации и поиск наиболее перспективных из них. Это имеет большое социальное значение, так как связано, в первую очередь, с санитарно-эпидемиологическим благополучием и здоровьем населения.

ABSTRACT

The article deals with the existing methods of handling solid waste in the Russian Federation and the search for the most promising of them. It has great social significance, as related in the first place, with the sanitary and epidemiological well-being and health of the population.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы (ТБО); захоронение отходов; переработка отходов; мусоросжигание

Keywords: municipal solid waste (MSW); waste disposal; recycling; incineration

Жизнедеятельность людей связана с образованием огромного количества разнообразных отходов. За последние десятилетия резкий рост потребления и значительное повышение уровня жизни людей

во всем мире привели к существенному увеличению объемов образующихся твердых бытовых отходов. На данный момент, общая масса мирового потока ТБО, поступающего ежегодно в биосферу, достигла почти геологического масштаба и составляет около 400 млн. тонн в год [2].

ТБО засоряют и захламляют окружающий нас природный ландшафт. Кроме того, они являются источником поступления вредных химических, биологических и биохимических препаратов в окружающую среду. Все это создает серьезную угрозу санитарно-эпидемиологическому благополучию и здоровью жителей населенных пунктов, а также будущим поколениям. Фактически, огромные количества образующихся отходов нарушают экологическое равновесие.

Влияние потока отходов негативно сказывается на глобальных геохимических циклах ряда биофильных элементов, в частности, органического углерода. Так, масса этого элемента, поступающего в окружающую среду с отходами, составляет примерно 85 млн. тон в год, в то время как общий естественный приток углерода в почвенный покров планеты составляет лишь 41,4 млн. тонн в год [5].

С другой стороны ТБО стоит рассматривать как техногенные образования, которые можно характеризовать как своеобразные носители, содержащие в себе практически бесплатные компоненты различных металлов и других материалов, пригодных для использования в металлургии, машиностроении, стройиндустрии, в химической промышленности, энергетике, в сельском и лесном хозяйствах и т. д.

Непосредственно под твердыми бытовыми отходами понимаются отходы, образующиеся в результате жизнедеятельности населения (приготовление пищи, распаковка товаров, уборка и текущий ремонт жилых помещений, крупногабаритные предметы домашнего обихода и др.) [9].

Основной проблемой переработки образовавшихся отходов является их несортированность, высокая влажность, низкая теплотворность и, как следствие, невозможность соблюдения экологически безопасной технологии хранения и захоронения на полигонах, в том числе в ходе процесса их компостирования и сжигания.

Существующая в Российской Федерации ситуация в области сбора, транспортировки, использования, обезвреживания, хранения и захоронения отходов ведет к загрязнению окружающей среды, нерациональному использованию природных ресурсов, значительному экономическому ущербу и представляет реальную угрозу для здоровья населения и будущих поколений.

Сбор отходов это наиболее дорогостоящая часть процесса по использованию и уничтожению ТБО. Правильно налаженная организация сбора отходов поможет сэкономить значительные

средства. Действующая в России система сбора ТБО должна оставаться стандартизированной с точки зрения экономичности. В то же время дополнительное планирование необходимо для того, чтобы решать новые проблемы (например, утилизировать отходы от различных коммерческих киосков, на сбор которых часто не хватает ресурсов). Иногда средства для решения этих проблем можно изыскать, вводя дифференцированную плату за сбор мусора.

В густонаселенных территориях нередко приходится транспортировать отходы на большие расстояния. Решением в этом случае является создание станций временного хранения отходов, от которых мусор можно вывозить большими по грузоподъемности машинами или по железной дороге. Следует отметить, что такие станции промежуточного хранения отходов представляют собой объекты повышенной экологической опасности и при неправильном расположении и эксплуатации могут вызывать не меньшее недовольство у местных жителей и общественных организаций, чем те же свалки и мусоросжигательные заводы (МСЗ).

В последние годы в отечественной практике наблюдается тенденция замены прямого вывоза ТБО двухэтапным способом с использованием мусороперегрузочных станций. Эта технология особенно активно внедряется в крупных городах, в которых полигоны ТБО расположены на значительном расстоянии от города.

С точки зрения охраны окружающей среды применение МПС уменьшит количество полигонов для складирования ТБО, снизит интенсивность движения по транспортным магистралям и т. д.

Преимущества, которые дает применение МПС, зависят от решения ряда технических и организационных вопросов. В их числе выбор типа МПС и применяемого на ней оборудования, включая большегрузный мусоровозный транспорт, места расположения МПС, их производительность и определения количества таких станций для города.

Одним из способов удаления твердых бытовых отходов является мусоросжигание. Мусоросжигание — это наиболее сложный и «высокотехнологичный» вариант обращения с отходами. Сжигание требует предварительной обработки ТБО (с получением т.н. топлива, извлеченного из отходов). При разделении из ТБО стараются удалить крупные объекты, металлы (как магнитные, так и немагнитные) и дополнительно их измельчить. Для того чтобы уменьшить вредные выбросы, из отходов также извлекают батарейки и аккумуляторы, пластик, листья. Сжигание неразделенного потока отходов в настоящее время считается чрезвычайно опасным. Таким образом, мусоросжигание

может быть только одним из компонентов комплексной программы утилизации [7].

Сжигание позволяет примерно в 3 раза уменьшить вес отходов, устранить некоторые их неприятные свойства: запах, выделение токсичных жидкостей, бактерий, привлекательность для птиц и грызунов, а также получить дополнительную энергию, которую можно использовать для получения электричества или отопления.

Серьезные проблемы возникают также с захоронением золы от мусоросжигания, которая по весу составляет до 30% от исходного веса отходов и которая в силу своих физических и химических свойств не может быть захоронена на обычных свалках. Для безопасного захоронения золы применяются специальные хранилища с контролем и очисткой стоков.

Существенным недостатком технологического цикла всех действующих МСЗ было и есть отсутствие очистки выбрасываемых в атмосферу газов и золы, содержащих тяжелые металлы и диоксины, неулавливаемые в электрофильтрах.

И все же одним из основных способов удаления ТБО остается захоронение в приповерхностной геологической среде [4].

Следует отметить, что с существующими у нас традиционными свалками обычно связано множество проблем — эти объекты являются рассадниками грызунов и птиц, загрязняют водоемы, самовозгораются, ветер может сдувать с них мусор и т. д. В 50-х годах прошлого столетия впервые начали внедряться так называемые «санитарные полигоны», на которых отходы каждый день пересыпаются почвой [6].

Полигон по захоронению отходов представляет собой сложнейшую систему, подробное исследование которой началось только недавно. Дело в том, что большинство материалов, которые захоранивают на полигонах, появились, как и сами современные полигоны, не более 20—30 лет назад. Никто не знает, за какое время они полностью разложатся. Когда ученые приступили к раскопке старых полигонов, они обнаружили удивительную вещь: за 10 лет 80 % органического материала, попавшего на полигон (овощи, фрукты) не разложилось. Иногда удавалось прочитать откопанную на свалке газету 30-летней давности.

Современные полигоны оборудованы всеми типами систем, чтобы не допустить контакта отходов с окружающей средой. По иронии, именно вследствие этого, разложение отходов затруднено, и они представляют собой своеобразную «бомбу замедленного действия».

Особое внимание уделяется выводу полигона из эксплуатации и последующей рекультивации. В настоящее время любой исходный

проект полигона обязательно включает план мероприятий по рекультивации, длительному мониторингу закрытого полигона и т. п. [6]

В мире признано, что захоронение и сжигание отходов — тупиковые технологии. Это, безусловно, не значит, что они не развиваются и не используются в настоящее время. Другой вопрос, насколько осознаны и продвигаются в той или иной стране идеи необходимости возвращения в производственный и биологический циклы тех материалов, к которым мы относимся как к отходам.

В целом, за последние годы стратегия управления отходами претерпела существенные изменения. Взят ориентир на уменьшение количества образующихся отходов, развитие методов их утилизации и снижение потока захораниваемых отходов, в том числе, за счет создания таких условий, при которых захоронение отходов становится экономически невыгодным. Большое внимание уделяется расширению заготовительной сети и повышению качества сбора отходов.

Известно, что система раздельного сбора компонентов ТБО развита в таких европейских странах, как Дания, Голландия, Германия и др. Показателен тот факт, что только первоначальные инвестиции на создание системы раздельного сбора, сортировки и обработки с целью повторного использования стеклянной и пластиковой тары в пяти новых федеральных землях (бывшее ГДР) составили около 2 млрд. марок [8].

Способ захоронения отходов, который является доминирующим в существующей практике очистки от бытовых отходов в Российской Федерации, с экономической точки зрения, является неэффективным, требуя колоссальных бюджетных затрат. И эти издержки ничем не оправданы с экологической точки зрения. Происходит безвозвратная потеря невозполнимых природных ресурсов в виде таких компонентов ТБО как пластиковая и металлическая тара, стекло и макулатура.

Зарубежный опыт однозначно свидетельствует: повторная переработка стекла приносит большую прибыль. Поэтому высокая эффективность переработки стекла принимается а priori, учитывая более низкую стоимость в России людских ресурсов, энергозатрат и транспортно-заготовительных расходов. Важно отметить, что стекломой может быть предметом экспорта в страны ЕЭС.

Стальные и алюминиевые банки переплавляются с целью получения соответствующего металла. При этом выплавка алюминия из баночек для прохладительных напитков требует только 5 % от энергии, необходимой для изготовления того же количества алюминия из руды, и является одним из наиболее выгодных видов рециклинга.

Бумажные отходы различного типа уже многие десятилетия применяют наряду с обычной целлюлозой для изготовления пульпы — сырья для бумаги. Из смешанных или низкокачественных бумажных отходов можно изготавливать туалетную или оберточную бумагу и картон. К сожалению, в России только в небольших масштабах присутствует технология производства высококачественной бумаги из высококачественных отходов (обрезков типографий, использованной бумаги для ксероксов и лазерных принтеров и т. д.). Бумажные отходы могут также использоваться в строительстве для производства теплоизоляционных материалов и в сельском хозяйстве — вместо соломы на фермах [1].

Переработка пластика в целом — более дорогой и сложный процесс. Нужно отметить, что для вторичной переработки используются не все типы полимеров, а лишь некоторые: полиэтилен высокого давления (ПВД); полиэтилен низкого давления (ПНД); полиэтилентерефталат (ПЭТ); полипропилен (ПП); полистирол (ПСМ, УПМ). Из некоторых видов пластика (например, ПЕТ — двух- и трехлитровые прозрачные бутылки для прохладительных напитков) можно получать высококачественный пластик тех же свойств, другие (например, ПВХ) после переработки могут быть использованы только как строительные материалы. В России переработка пластика производится в незначительных количествах, в основном в Ленинградской области, Волго-Вятском регионе [3].

Основной проблемой в переработке вторсырья является не отсутствие технологий переработки — современные технологии позволяют переработать до 70 % от общего количества отходов — а отделение вторсырья от остального мусора (и разделение различных компонент вторсырья). Существует множество технологий, позволяющих разделять отходы и вторсырье. Самая дорогая и сложная из них — извлечение вторсырья из уже сформировавшегося общего потока отходов на специальных предприятиях.

Более простые технологии извлечения тех или иных компонент из потока ТБО могут и должны применяться, например, обогащение ТБО с целью повышения его энергетической ценности и устранения нежелательных элементов перед мусоросжиганием [7].

Прогрессивные технологии извлечения вторсырья подразумевают ту или иную форму участия общественности — организацию центров по сбору вторсырья или его покупки у населения, мероприятия по раздельному сбору отходов на улицах с помощью специальных контейнеров или организацию системы раздельного сбора отходов на бытовом уровне.

Исходя из выше изложенного, для наиболее эффективного обращения с ТБО имеет смысл создать мусороперерабатывающую отрасль, которая объединит в себе весь цикл использования отходов. Так называемые Технопарки ТБО смогут обеспечивать потребности отдельных регионов страны с учетом ежегодного увеличения отходов на 4—5 %, и через несколько лет возможно, что мусоросжигательные заводы в крупных городах будут ликвидированы.

Идея проекта — создание сети технопарков по обращению с отходами производства и потребления с использованием новейших отечественных и зарубежных технологий.

Организация подобной технологической мощности, базирующейся на переработке вторичного сырья бытовых отходов даже в масштабе отдельного города (тем более — региона) способна:

- сравнительно быстро себя окупить и приносить прибыль;
- улучшить экологическую и санитарно-гигиеническую обстановку в регионе;
- вдохнуть жизнь в простаивающие производства и обеспечить новые рабочие места;
- расширить ассортимент местных товаров широкого потребления.

Список литературы:

1. Баруздина Ю. / Продукции из вторсырья — зеленый свет / Твердые бытовые отходы / май 2010. — с. 22—25, 42.
2. Давыдова Н.Г. / Селективный сбор компонентов твердых бытовых отходов: принципы реализуемости в новых условиях. // ЦКСи Социально-экологический союз и Открытая Справочно-Информационная Служба "ECOLINE". — 111 с.
3. Кенуорси Л. / Как убедить предприятия уменьшить количество промышленных отходов / Руководство для граждан. — М.: Информ — РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1995. — 280 с.
4. Ландеховская М., Барсола И. / Некоторые подходы к управлению с отходами / Твердые бытовые отходы / июнь 2008. — с. 10—15.
5. Милицин Ю.А., Фомин С.А. / Нормирование образования и воздействия отходов на окружающую среду / Твердые бытовые отходы / апрель 2010. — с. 12—19.
6. Михайлова Н.В. / Переработка крупногабаритных отходов / Твердые бытовые отходы / март 2008. — с. 32—33.
7. Сачков А.Н., Никольский К.С., Маринин Ю.И. / О высокотемпературной переработке твердых отходов во Владимире / Экология городов. — М.: 1996. — 331 с.

8. Хмельницкий А.Г. / Использование вторичных материальных ресурсов в качестве сырья для промышленности / Муниципальные и промышленные отходы: способы обезвреживания и вторичной переработки. — Новосибирск, 1995. — 167 с.
9. Постановление Правительства РФ от 10.02.1997 № 155 «Об утверждении Правил предоставления услуг по вывозу твердых и жидких бытовых отходов» / «Российская газета», № 40, 27.02.1997.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

«ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ – ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ»

Материалы XII международной заочной научно-практической
конференции

30 июля 2012 г.

Под редакцией канд. техн. наук Якова Аркадьевича Полонского

Подписано в печать 06.08.12. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 6,25. Тираж 550 экз.

Издательство «Сибирская ассоциация консультантов»
630075, г. Новосибирск, Залесского 5/1, оф. 605
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3