



УДК 004.42

**Е.И. Геккель, А.Ж. Амиров, В.Н. Салмов**

Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CORE DATA В IOS ПРИЛОЖЕНИИ ПО ОБУЧЕНИЮ ТЕСТИРОВАНИЮ**

Используя компьютеры для выполнения своих задач, люди рассчитывают, что внесенные ими изменения будут сохранены. Сохранение изменений играет важную роль в офисных программных пакетах, текстовых редакторах, играх, браузерах и т.д. Большинство программного обеспечения нуждается в возможности хранить введенные пользователем данные для последующего восстановления состояния работы, но, конечно же, есть и такое ПО, которое в этом не нуждается - калькуляторы, новостные ленты, будильники, виджеты о погоде.

Понимание того, каким образом можно хранить данные на мобильных девайсах, является критически важным при разработке мобильного приложения по обучению тестированию.

Мобильное приложение должно обеспечивать хранение таких данных, как:

- информация о пользователях;
- информация о предметах;
- языки;
- рекорды;
- прогресс;
- база тестовых вопросов.

Следовательно, для того, чтобы мобильное приложение могло хранить в себе эти данные, необходимо изучить технологии, которые позволяют это сделать.

Apple предоставляет гибкий фреймворк для работы с хранимыми на устройстве данными – Core Data [1].

Конечно же, Core Data - не единственный способ хранить данные в iOS, есть другие варианты хранения данных, которые могут лучше подойти при решении определенных задач, но корпорация Apple очень хорошо и красиво построила Core Data для того, чтобы он идеально взаимодействовал с Cocoa Touch. Большинство деталей по работе с хранилищем данных Core Data скрывает, позволяя разработчикам сконцентрироваться на том, что действительно делает приложение веселым, уникальным и удобным в использовании.

Несмотря на то, что Core Data может хранить данные в реляционной базе данных вроде SQLite, Core Data не является СУБД. По правде, Core Data в качестве хранилища может вообще не использовать реляционные базы данных. Core Data не является чем-то вроде Hibernate (библиотеки, предназначенной для решения задач объектно-реляционного отображения), хотя и предоставляет некоторые возможности ORM (Object-relational mapping). Core Data скорее является оболочкой/фреймворком для работы с данными, которая позволяет работать с сущностями и их связями (отношениями к другим объектами), атрибутами в том виде, который напоминает работы с объектным графом в обычном объектно-ориентированном программировании.

Core Data представляет из себя контейнер, хранилище данных при разработке приложений для iOS. Они хранятся в бинарном виде (так называемом Core Data формате: xcdatamodeld) [2].

Core Data имеет следующие возможности:

- операции со сложными графами объектов;
- операции с множественными связями;
- операции с валидацией [3].

Core Data имеет большую скорость выполнения работы и минимальное количество необходимого для реализации кода по сравнению с другими реализациями.

При создании Core Data разработчики из Apple выделили четыре стека:

- NSManagedObjectContext;
- NSManagedObjectModel;
- NSPersistentStoreCoordinator;
- NSPersistentStore [1].

На рис. 1 продемонстрированы основные элементы, которые используются в приложениях, работающих с Core Data.

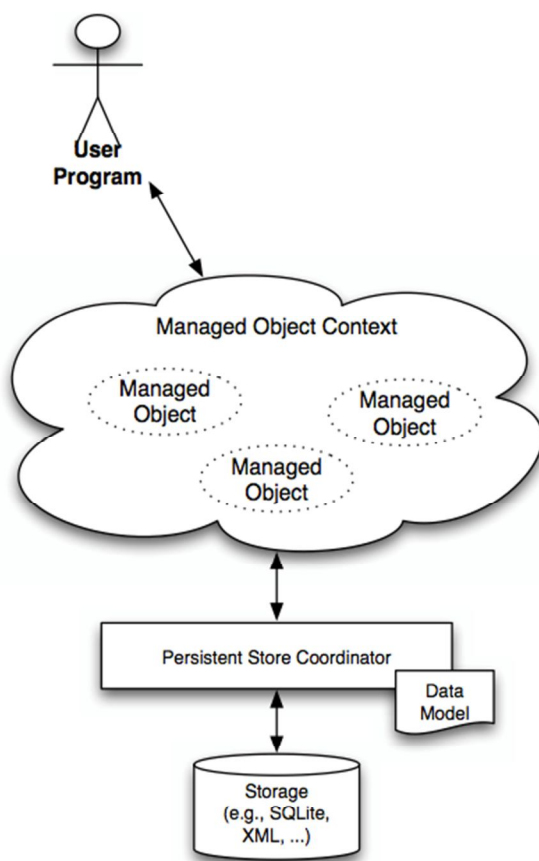


Рисунок 1 – Основные элементы Core Data

Как пользователь Core Data, вы никогда не должны работать напрямую с хранилищем данных. Необходимо абстрагироваться от хранилища, от типа хранилища, существуют

только данные. Особенностью такого подхода является возможность безболезненно сменить тип хранилища (был XML файл, а стал SQLite), не меняя большого количества написанного вами кода.

Объекты, которые находятся под управлением фреймворка (Core Data), должны наследовать методы/свойства класса `NSManagedObject`.

Так же, как и людям, объектам нужна среда, в которой они могут существовать, такая среда есть и называется она `managed object context` (среда управляемых объектов) или просто `context`. Среда, в которой находится объект, следит не только за тем, в каком состоянии находится объект, с которым вы работаете, но и за состояниями связанных объектов (объектов, которые зависят от данного и от которых зависит он сам).

Экземпляр класса `NSManagedObjectContext` предоставляет ту самую среду для объектов, объект данного типа должен быть доступен в вашем приложении всегда. Обычно экземпляр класса `NSManagedObjectContext` является свойством делегата вашего приложения [4]. Без среды, без экземпляра класса `NSManagedObjectContext` вам просто не удастся работать с Core Data.

Все приложения, использующие Core Data, должны иметь объектную модель хранимых данных. Модель определяет сущности и их свойства. У сущности есть три типа свойств:

- атрибуты;
- отношения;
- свойства выборки [2].

Таблица показывает различные классы и описание их роли.

*Роли классов Core Data*

Наименование класса	Роль
<code>NSManagedObjectModel</code>	Модель данных
<code>NSEntityDescription</code>	Сущность в модели данных
<code>NSPropertyDescription</code>	Абстрактное описание свойства сущности
<code>NSAttributeDescription</code>	Атрибут сущности
<code>NSRelationshipDescription</code>	Ссылка одной сущности на другую
<code>NSFetchedPropertyDescription</code>	Описание подмножества экземпляров сущностей, выбранным по определенному критерию

Перебирать классы для лучшего понимания механизма инициализации модели достаточно интересное занятие, но на практике создание модели в XCode требует умения работать мышкой в графическом редакторе моделей без написания единой строчки кода.

Этого маленького количества классов будет достаточно для того, чтобы описать любую модель данных, которая будет разрабатываться с использованием Core Data Framework.

Исходя из рассмотренной модели Core Data, была создана диаграмма базы данных SQLite для данного приложения (рис. 2).



Learning – таблица, содержащая данные об обучении:

- spentTime – затраченное время;
- additionalWorkTasks – задания для работы над ошибками;
- currentTheme – текущая тема;
- studiedTasks – изученные задания;
- studiedThemes – изученные темы;
- subjectData - информация о данных предмета.

Theme – таблица с данными о теме:

- id - идентификатор;
- name - название;
- parentTheme - подтемы;
- subject - предмет;
- themes – список тем;
- tasks - задания.

Task – таблица с данными о задании:

- bookChapterURL – ссылка на главу в книге;
- decisionURL – ссылка на правильный ответ;
- id - идентификатор;
- answers - ответы;
- question - вопрос;
- theme - тема.

Question – таблица с вопросом, содержит текст вопроса.

Answer – таблица с ответами, содержит идентификатор, массив ответов.

В заключение можно сказать, что Core Data является универсальным и наиболее удобным фреймворком для работы с базами данных в приложениях, написанных для iOS. В результате написания данной статьи была разработана структура базы данных для приложения по подготовке к сдаче экзаменов в виде тестов, а также приведена диаграмма базы данных, созданная с помощью Core Data в SQLite. Используя данную базу данных в своем приложении, можно загружать любую структуру тестов, которая автоматически будет определяться системой и заноситься в модели, в результате чего ее можно будет вывести пользователю в удобном для обучения виде.

#### Список литературы

1. Core Data Programming Guide: What Is Core Data? URL: <https://developer.apple.com/library/prerelease/content/documentation/Cocoa/Conceptual/CoreData/index.html>.
2. Aaron Douglas, Saul Mora, Matthew Morey, and Pietro Rea. Core Data by Tutorials, 2nd Edition // Razeware LLC; 2nd edition (September 30, 2015).
3. Marcus S. Zarra. Core Data: Apple's API for Persisting Data on Mac OS X // Pragmatic Bookshelf; 1 edition (November 7, 2009).
4. Florian Kugler, Daniel Eggert. Core Data: Paperback // CreateSpace Independent Publishing Platform; 1 edition (December 8, 2015).

Получено 01.06.2017

---

---

УДК 621.762

**Ж. Докейхан, С.Ж. Рахметуллина, Г.В. Попова**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск**ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ  
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПОЗИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Современное производство требует разработки изделий с повышенным стандартом качества, хорошими эксплуатационными характеристиками и более длительным жизненным циклом. В связи с этим в различных отраслях промышленности все чаще используются изделия на основе композитов, которые являются одними из наиболее эффективных и технологичных современных материалов. Для достижения желаемого результата в исследовании необходимо определить наиболее оптимальную программу для моделирования. В статье рассматриваются программы для исследования термодинамических процессов в композиционных материалах.

В настоящее время существует большое количество программных продуктов по компьютерному моделированию, используемых в различных отраслях промышленности. Работа многих программ основана на методе конечных элементов, который является численным методом решения дифференциальных уравнений с частными производными, а также интегральных уравнений, возникающих при решении задач прикладной физики. Метод широко используется для решения задач механики деформируемого твёрдого тела, теплообмена, гидродинамики и электродинамики. Это позволяет решить большой круг инженерных задач.

Программа COMSOL – математический пакет, предназначенный для численного решения задач различных областей физики. Пакет основан на методе конечных элементов, с помощью которого производятся все вычисления. Во время выхода версии 3.2 компания COMSOL переименовала пакет FEMLAB в COMSOL Multiphysics [1]. Программа COMSOL Multiphysics – это мощное средство для решения сложных задач, сопровождаемых большими объёмами вычислений. Возможность решать тот или иной класс задач реализована в виде специальных прикладных режимов, при загрузке которых автоматически выбирается нужная система уравнений, в которой необходимо только задать коэффициенты и граничные условия. В пакете FEMLAB доступны для решения классы задач электростатики, электродинамики, электромагнетизма, акустики, теплопереноса, теории упругости, гидродинамики, а также классические дифференциальные уравнения, такие как уравнение Шредингера, уравнение Гельмгольца, уравнение теплопроводности, волновое уравнение и другие. В вышеуказанных классах задач допускается решать стационарные, временные задачи, задачи на собственные значения, а также параметрические задачи.

Программный комплекс ABAQUS, основанный на методе конечных элементов, – многофункциональная система общего назначения, которая предназначена как для проведения многоцелевого инженерного анализа, так и для научно-исследовательских и учебных целей в различных областях [2]. С помощью программного средства ABAQUS решаются такие непростые задачи, как проведение расчета прочности турбомашин и моделирование двигателей и отдельных его частей, анализ работы шасси и трансмиссий, определение поведения шин в различных условиях, расчет сварных соединений, проведение анализа любого рода столкновений и аварий (краш-тесты), осуществление тестов на падение, моделирование, сверхпластическое формование, литье металлов, прочность материала.

Имеется возможность выполнять расчеты композиционных структур, учитывать контактное взаимодействие большого числа тел и самоконтакт, сейсмические воздействия, взрывные воздействия, проводить расчеты надежности ядерных реакторов, анализ прочности электронных компонентов [3].

Wolfram System Modeler – программа, разработанная фирмой Wolfram MathCore, платформа для математического и компьютерного моделирования физических, технических, биологических и химических объектов с использованием базы языка Modelica. Wolfram System Modeler предоставляет графическую оболочку для математического и компьютерного моделирования. Также программа содержит большое количество редактируемых библиотек компонентов моделей.

Gaussian Inc. – программное средство для моделирования и расчета структуры, свойств молекулярных систем в газофазном и конденсированном состоянии. Gaussian Inc. включает обширные методы вычислительной химии и молекулярного моделирования. Система была разработана нобелевским лауреатом Джоном Поплом совместно с его исследовательской группой. Программа поддерживается разработчиками и постоянно обновляется. Программные пакеты серии «Gaussian» считаются специалистами одними из самых передовых в плане имеющихся возможностей и распространенных в расчетах, связанных с задачами химии.

Программное средство PowerSim Studio создано и поддерживается норвежской компанией Powersim Software AS. Методология, которая используется в данной программе, построена на основе классических методов системной динамики, разработанных Форрестером. Программное средство относится к приложению SAP SEM BPS, но оно также может использоваться как отдельное приложение. Пакет имеет развитые средства визуального программирования и различные расширенные возможности, в том числе встроенные блоки анализа рисков и оптимизации. Создаваемые модели могут быть как динамическими моделями, то есть нестационарными, изменяемыми во времени, так и только расчетными, позволяющими вычислять абсолютно любой сложности производственные и финансовые показатели. Для разработки моделей используется визуальное программирование. Модель включает в себя различные элементы и состоит из блоков. Пользователь устанавливает в рабочей области элементы, вводит связи между ними, устанавливает любые зависимости и задает динамику развития системы во времени. В модель возможно вводить различные управляющие элементы. Программа обладает широкими возможностями визуализации результатов моделирования: графики, таблицы, диаграммы. Вид представления результатов может быть настроен и приведен к необходимому стандарту.

Программный комплекс FlowVision – многофункциональный программный пакет для моделирования трехмерных течений газа и жидкости, разработанный командой специалистов фирмы ТЕСИС при сотрудничестве с научно-исследовательскими институтами и промышленными предприятиями в России и в других странах. Опирается на численное решение трехмерных стационарных и нестационарных уравнений динамики жидкости и газа, включающие в себя законы сохранения импульса (уравнения Навье-Стокса), массы, и уравнения состояния [4]. Для моделирования сложной динамики жидкости и газа, которая сопровождается дополнительными физическими явлениями, например гравитация, горение, контактные границы раздела, пористость среды, теплоперенос, в математическую модель добавляются вспомогательные уравнения, которые описывают эти процессы. FlowVision применяет конечно-объемный подход для аппроксимации уравнений ма-

тематической модели. Уравнения Навье-Стокса решаются при помощи метода расщепления по физическим процессам (проекторный метод MAC) [5]. Базируется на технологиях вычислительной гидродинамики и компьютерной графики.

Программный комплекс ANSYS – это система проектирования и анализа данных. Данный пакет может работать на любых современных операционных системах и на всех видах компьютеров, начиная от персональных компьютеров и заканчивая рабочими станциями и суперкомпьютерами [6]. Отличительной чертой программы является ее файловая согласованность всех элементов семейства ANSYS для любых используемых станций. Широкая направленность программы, то есть использование в ней различных средств по описанию отклика системы на влияние различной физической природы, дает возможность пользоваться одной и той же моделью для решения задач схожего типа, например, влияние магнитных полей на прочность конструкции и тепломассоперенос в электромагнитном поле [7]. Модель, созданная на персональном компьютере, может быть перенесена на суперкомпьютер. Это дает многим пользователям программного продукта удобную возможность для переноса модели с одного типа компьютера на другой. Всем видам пользователей эта программа предоставляет обширный список расчетных средств, учитывающих любые параметры и сложную геометрию объекта.

MATLAB – пакет прикладных программ, предназначенный для решения задач различных областей математики и техники, а также одноимённый язык программирования, который и используется в этом пакете. MATLAB может работать на большинстве современных операционных систем, включая Linux, MacOS, Solaris и Microsoft Windows. MATLAB дает пользователю множество функций для работы с различного рода данными, которые могут встретиться во многих областях математики.

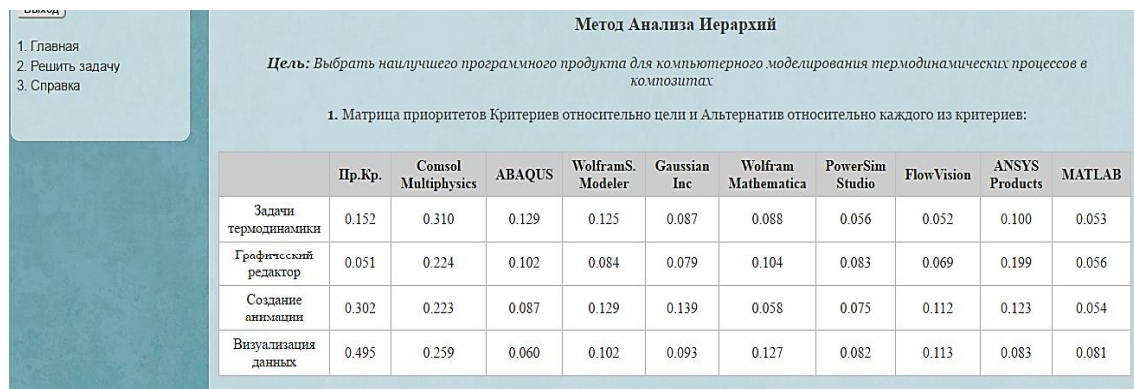
В результате анализа существующих программных пакетов для моделирования различных физических процессов была составлена обобщённая сравнительная характеристика возможностей, приведенная в таблице. Нужно выделить вычислительные программы, предназначенные для решения максимально широкого круга задач гидродинамики и тепломассообмена. Именно такие программные комплексы и подходят для решения класса задач, связанного с моделированием композиционных материалов [8].

*Сравнение программных пакетов по возможностям*

Возможности/ Программные пакеты	Comsol Multiphysics	ABAQUS	Wolfram S. Modeler	Gaussian Inc.	Wolfram Mathematica	PowerSim Studio	FlowVision	ANSYS Products	MATLAB
Задачи термодинамики	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Графический редактор	+	+	+	+	-	+	+	+	-
Создание анимации	+	-	-	-	-	-	+	-	+
Визуализация данных	+	+	+	+	+	-	+	+	+

В качестве метода для принятия решения был выбран метод анализа иерархий (МАИ). Вычисления, сравнительные анализы проведены в специальной онлайн программе СППР – «NooTron». На рисунке представлено использование МАИ в программе и результат анализа.





а



б

Рисунок - Результаты сравнений программ по критериям.

По результатам сравнений с использованием МАИ выбран Cosmol Multiphysics для компьютерного моделирования термодинамических процессов в композитах.

#### Список литературы

1. Бирюлин Г.В. Теплофизические расчеты в конечно-элементном пакете COMSOL/FEMLAB: Метод. пособие. – СПб.: СПбГУИТМО, 2006. – 75 с.
2. Вознесенский А.С. Компьютерные методы в научных исследованиях: Учеб. для вузов. – М.: МГУ, 2010. – Ч. 2. – 107 с.
3. Программный комплекс ABAQUS. – Режим доступа: <http://tfolio.ru>.
4. Нагорная О.Ю. Инженерный анализ теплового оборудования: Учеб.-метод. пособие / ФГБОУВПО «Ивановский гос. энергетический ун-т им. В.И. Ленина». – Иваново, 2013. – С. 50-51.
5. Мадиева А.Р. Использование программного комплекса flowvision для компьютерного моделирования процесса образования аэрозольных частиц // Материалы Междунар. науч.-теорет. конф. «Сейфуллинские чтения – 10: Новые перспективы подготовки конкурентоспособных кадров и роль науки в формировании индустриально-инновационной политики страны», посвященная 120-летию со дня рождения С. Сейфуллина. – 2014. – Т. I. - Ч. 3. – С. 59-60.

6. Королев А.Л. Компьютерное моделирование. – М.: Бинوم, 2010. – 230 с. – Режим доступа: (<http://tfolio.ru>).
7. Ansys Theoretical Manual. – Режим доступа: <http://www.cadferm.ru>.
8. Саати Т.Л. Об измерении неосязаемого. Подход к относительным измерениям на основе главного собственного вектора матрицы парных сравнений // Журнал «Cloud Of Science». - 2015. - Т. 2. - № 1. – Режим доступа: [http://cloudofscience.ru/sites/default/files/pdf/CoS\\_2\\_5.pdf](http://cloudofscience.ru/sites/default/files/pdf/CoS_2_5.pdf).

Получено 01.06.2017

---

УДК 004:338.22

**А.В. Карпец, Н.Ф. Денисова**

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск

**АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ДО И ПОСЛЕ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛАМИ  
НА ТОО «КАЗЦИНК»**

*Основные понятия, термины, определение и сокращения*

MMS - Material Management System (Система управления материалами)

УМТК - Усть-Каменогорский материально-технический комплекс

КТЖ - Қазақстан Темір Жолы

КТТ - Казцинк Темир Транс

ОТК - Отдел технической комплектации

ТЛ - транспортная логистика.

LIMS - программное обеспечение, предназначенное для управления лабораторными потоками работ и документов. Оно оптимизирует сбор, анализ, возврат и отчетность лабораторных данных.

Процесс отбора проб и определение массовой доли влаги в концентратах и промпродуктах является одним из наиболее важных процессов аналитической лаборатории. На основании данного процесса основаны все последующие процессы производства металлов, поэтому автоматизация данного процесса как подсистемы учета металлов ТОО «Казцинк» стоит на первом месте. Внедрение подсистемы было первым этапом разработки системы. В ходе разработки и внедрения название системы с «Система учета металлов» было заменено на «Material Management System», что предусматривает мультиязычную реализацию по распоряжению «Glencore International».

Вторым этапом стала замена старых информационных потоков в бизнес-процессах информационной системой, которая в свою очередь должна прийти на замену бумажным журналам и журналам Excel, телефонным оповещениям и помочь отслеживать сырье от поступления и до реализации готового продукта.

Задачами для второго этапа является:

1. Построить схему бизнес-процессов и определить расхождения потоков информации.
2. Определить слабые моменты системы, которые следует поставить на контроль.
3. Определить роли пользователей системы и последовательность их работы для создания рабочего процесса.
4. Разработать модуль системы поступления материалов и запустить в опытную эксплуатацию.

5. Построить схему бизнес-процессов после внедрения системы.
6. Разработать сопроводительную документацию к модулю системы.

Третий этап включает подготовку проб, генерацию штрих-кодов с зашифрованными обезличенными идентификационными номерами, форму для отслеживания мест хранения и историю хранения пробы, выдачу проб, интеграцию с уже имеющимися системами «LIMS» и «INVENTO» [1].

Для сравнения бизнес-процессов до и после внедрения системы разберем бизнес-процессы поэтапно. Каждый этап процессов будет автоматизирован модулем системы, логическим началом служит процесс под названием «Процесс учета поступающего сырья в вагонах действующая схема» [1], вторым этапом служит процесс «Определение массовой доли влаги в концентратах и промпродуктах промышленных комплексов ТОО «Казцинк» [2]. Третьим процессом и модулем системы является процесс «Подготовка и выдача проб» [3, 4]. По итогам прохождения всех этапов система будет отображать подробный и краткий отчет по состоянию балансов, сводную информацию в расхождении с данными поставщика, по поступлению, расходу и остаткам материалов, расположение вагонов и множество других отчетов.

На рис. 1 отображен процесс поступления сырья [1], который использовался на предприятии до внедрения системы, красным квадратом выделена точка входа в систему для заполнения поступившего сырья.

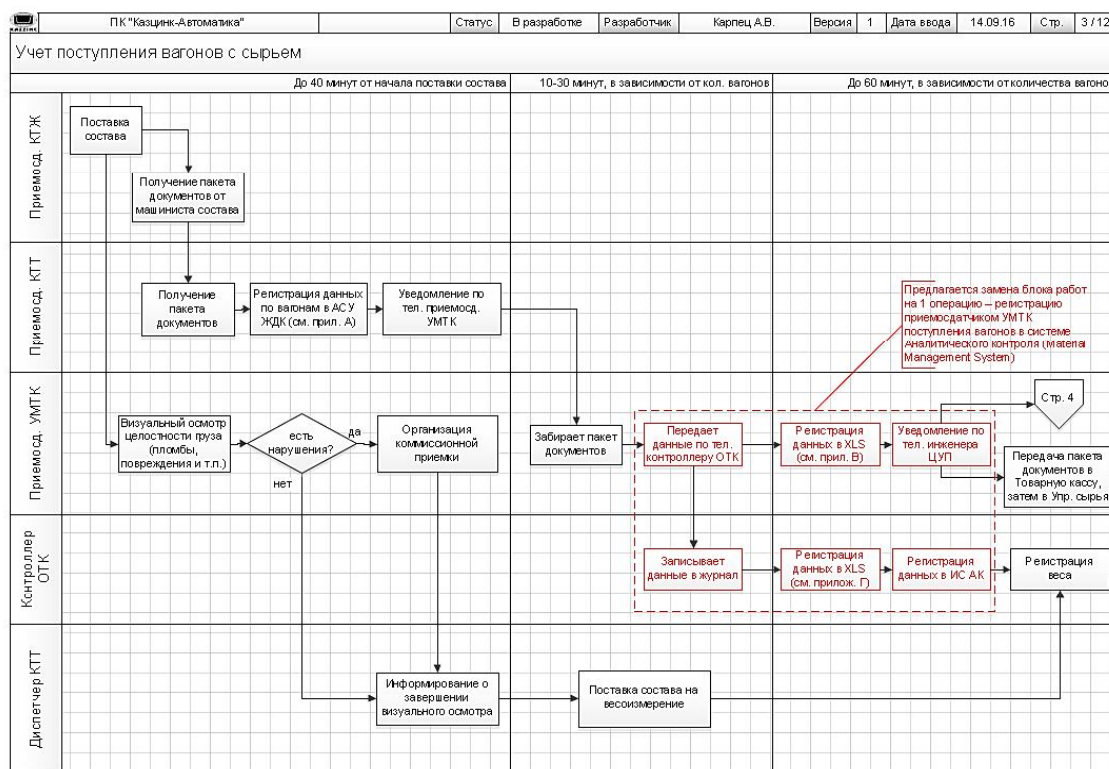


Рисунок 1 - Процесс поступления сырья

Делая вывод из данной схемы, можно отследить приход вагонов и весоизмерение, также из схемы видно, в какой последовательности происходит обработка документов и сырья. Почти все процессы до получения приемосдатчиком УМТК документов остаются

неизменными, поскольку нам не нужно регистрировать груз других предприятий, и поэтому начальные данные будут вноситься приемосдатчиком УМТК. При исследовании старого ПО, используемого на КТЖ, были получены достоверные данные о его обновлении. Временно решено сделать точку входа в момент получения документов приемосдатчиком УМТК. После обновления системы ТЛ MMS будет интегрирована с данной системой. В систему MMS будут поступать данные о пришедших вагонах, их грузах и остальных данных, используемых в системе ТЛ. Данные, которых не хватает, будут заносить специалисты КТТ и УКМТК.

Ниже представлен бизнес-процесс после внедрения (рис. 2). Из схемы видно, что продолжительность процесса сократилась на 60 минут. Раньше данные вносились в MS Excel, и пока все данные не внесут и не сохранят файл в 1С архиве, контролер ОТК не мог внести информацию в вес по данным вагонам.

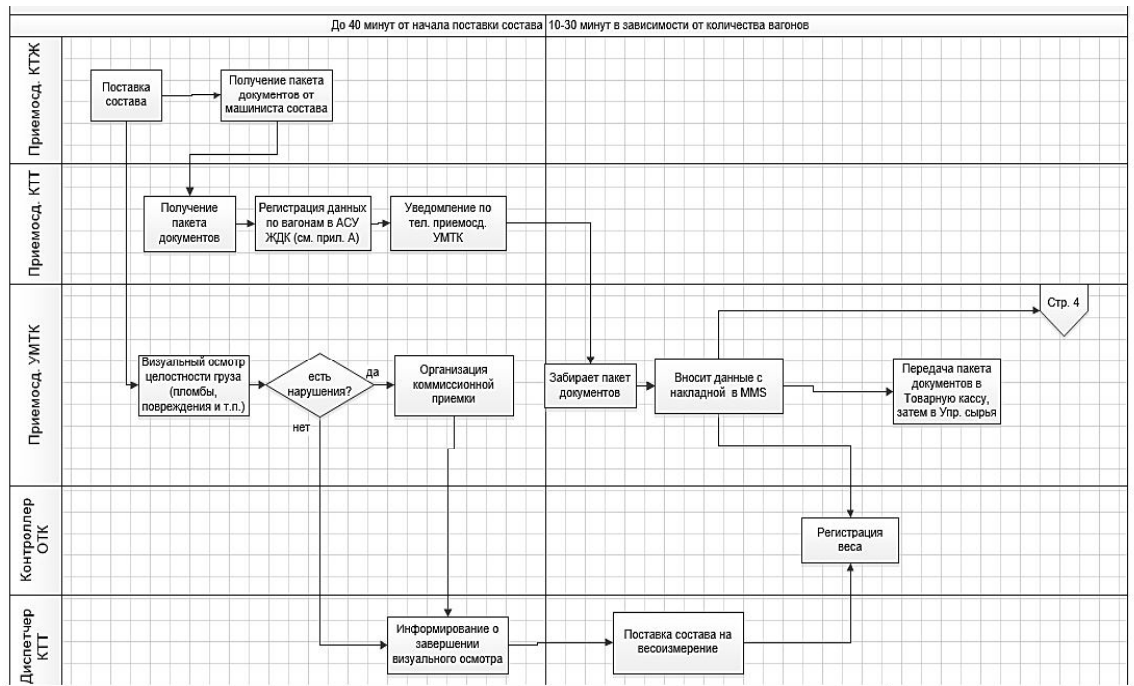


Рисунок 2 - Процесс поступления сырья после внедрения

Вторым этапом процесса учета поступающего сырья в вагонах является подпроцесс «Обработка заявок на выгрузку» [1]. Схема данного процесса разделена на 3 блока.

В первый блок входит создание и обработка заявок на выгрузку [5]. Из схемы на рис. 3 можно отследить дублирование работы, что приводит к опозданиям и потере вагонов. Человеческий фактор в ведении бумажных журналов и журналов Excel дает нам большую вероятность получения ошибки в номере вагона или месте назначения, что ведет к потере вагона и груза. Все эти недочёты следует учесть при реализации подсистемы заявок на разгрузку. Помимо Excel КТТ пользуются устаревшим ПО «АСУ ЖДК», которое не соответствует требованиям к ведению документации и должно быть полностью заменено модулем систем MMS. Часто из-за ошибок или медленной работы сотрудников количество вагонов на путях может достигать 300, что тормозит производство и негативно влияет на производительность и доходы компании в целом.

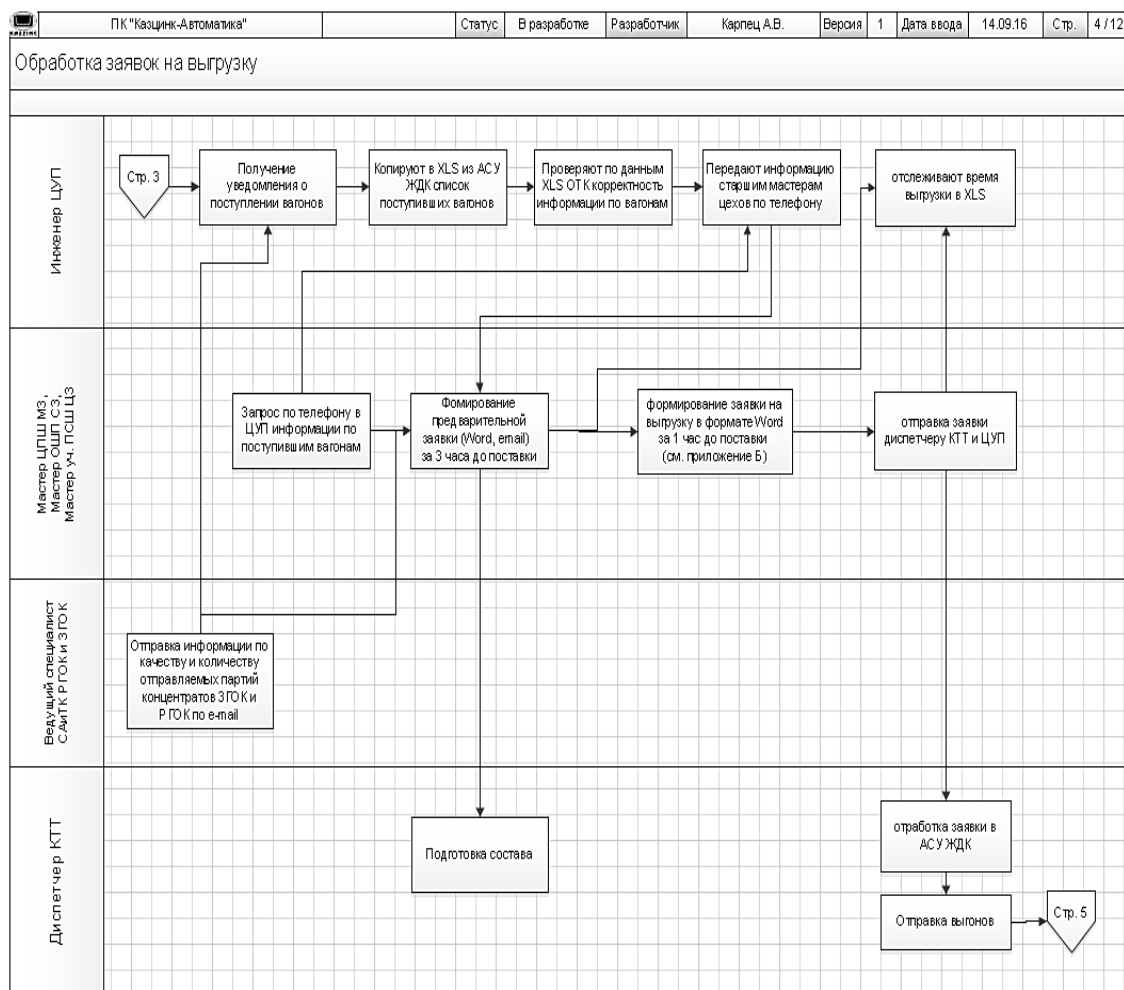


Рисунок 3 - Обработка заявок на выгрузку

Процесс после внедрения системы (рис. 4) позволяет сократить количество операций почти в 2 раза, а также время на оставшиеся операции в несколько раз, поскольку до внедрения системы велись электронные журналы MS Excel и все данные заполнялись вручную в рабочих формах MMS. Теперь большинство данных заполняются автоматически или выбираются из списка, что экономит время. Заявки генерируются автоматически и пересылаются по электронной почте.

Второй блок подпроцесса (рис. 5) включает в себя операции по разгрузке материала [5].

Второй блок подпроцесса после внедрения системы сократился на 4 операции, поскольку система уведомляет всех автоматически. Также можно зайти в MMS с любого устройства и получить нужную информацию, что полностью исключает уведомление по телефону или обмен электронными сообщениями (рис. 6).

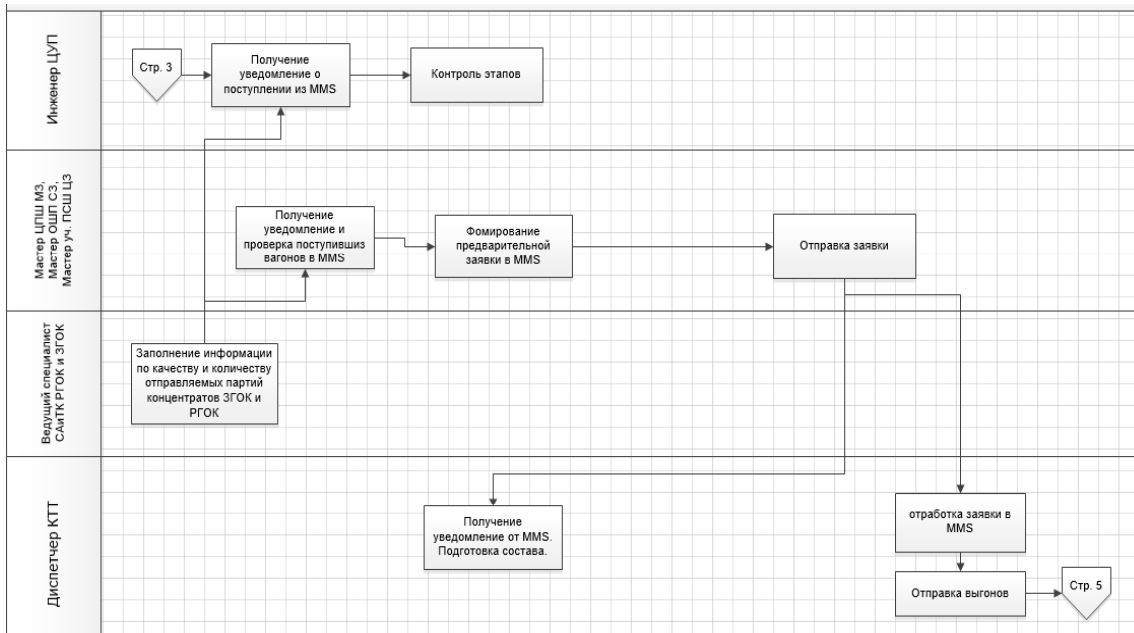


Рисунок 4 - Обработка заявок на выгрузку после внедрения системы

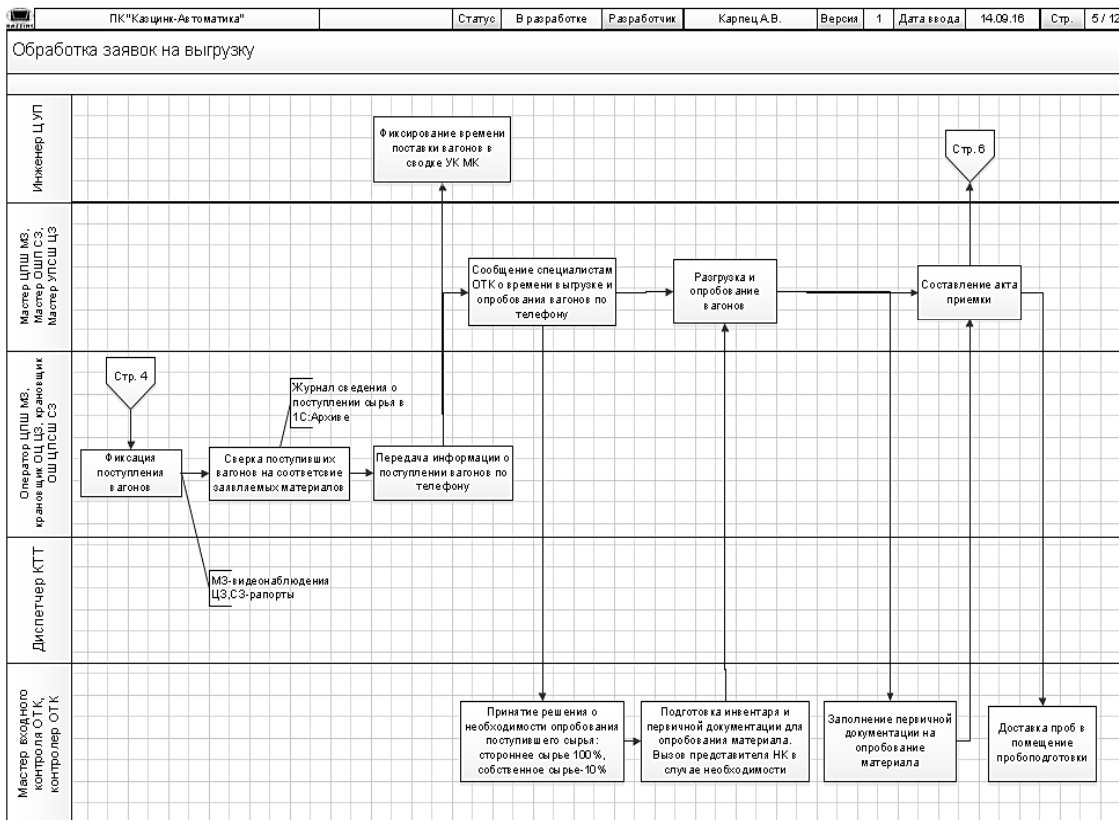


Рисунок 5 - Обработка заявок на выгрузку

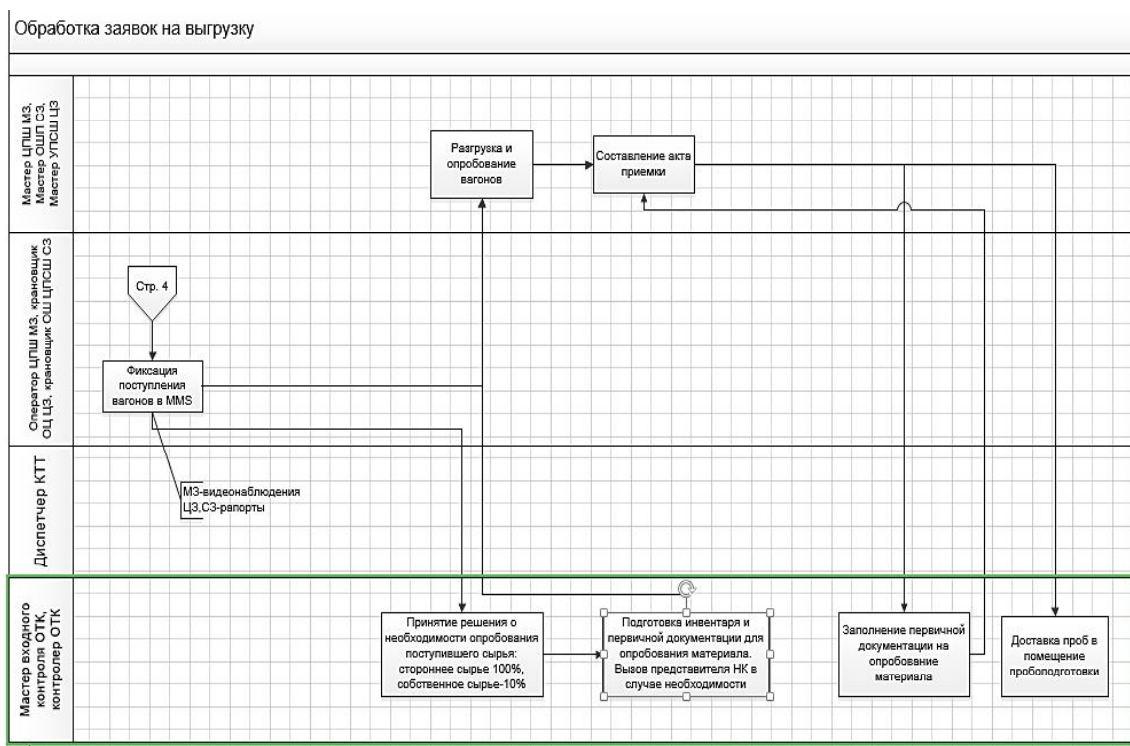


Рисунок 6 - Обработка заявок на выгрузку после внедрения системы

Третий блок включает в себя формирования отчетов по учету поданного материала. Данный блок система MMS автоматизирует полностью. До автоматизации для формирования итоговых отчетов были выделены отдельные рабочие, которые занимались сбором всех Excel-журналов в один, разработанный по специальной структуре.

Процесс отбора проб и определение массовой доли влаги в концентратах и промпродуктах был автоматизирован и внедрен в первую очередь, поскольку именно в данном процессе было выявлено наибольшее количество ошибок. Впоследствии в итоговых отчетах между данными поставщика и данными ТОО «Казцинк» была большая разница. Из-за невозможности определения проб, в которых была ошибка, процесс приходилось перезапускать для всех проб партии. Отображения самого процесса не имеет смысла, поскольку он не изменился до и после внедрения системы.

Журнал Excel был заменен формой автоматического расчета. Система подключена к печам и весам и получает информацию о весе пробы и температуре сушки автоматически, что полностью исключает человеческий фактор. В случае корректировки (на весы положили не те пробы) система сохраняет все изменения, время и пользователя, что облегчает поиск ошибки в случае несоответствия данных.

После опробования пробы поступают в пробирное отделение, где отсеиваются на ковкие и севкие части и рассылаются для проверки и хранения. Пробы рассылаются поставщику, в независимую лабораторию и в собственную лабораторию, где определяется содержание. Для интеграции с системой LIMS, используемой в аналитической лаборатории, принято присваивать пробам обезличенные идентификаторы [6] и регистрировать в LIMS. В таком случае по этикетке невозможно будет узнать информацию о пробах и следовательно подогнать данные. С помощью данного номера можно найти пробу в LIMS,

но в MMS нельзя. Итоговый отчет MMS получает данные от LIMS и сопоставляет информацию по идентификатору. Причем, зная данные из MMS, нельзя найти пробу в LIMS и наоборот.

Архитектура системы представлена на рис. 7.

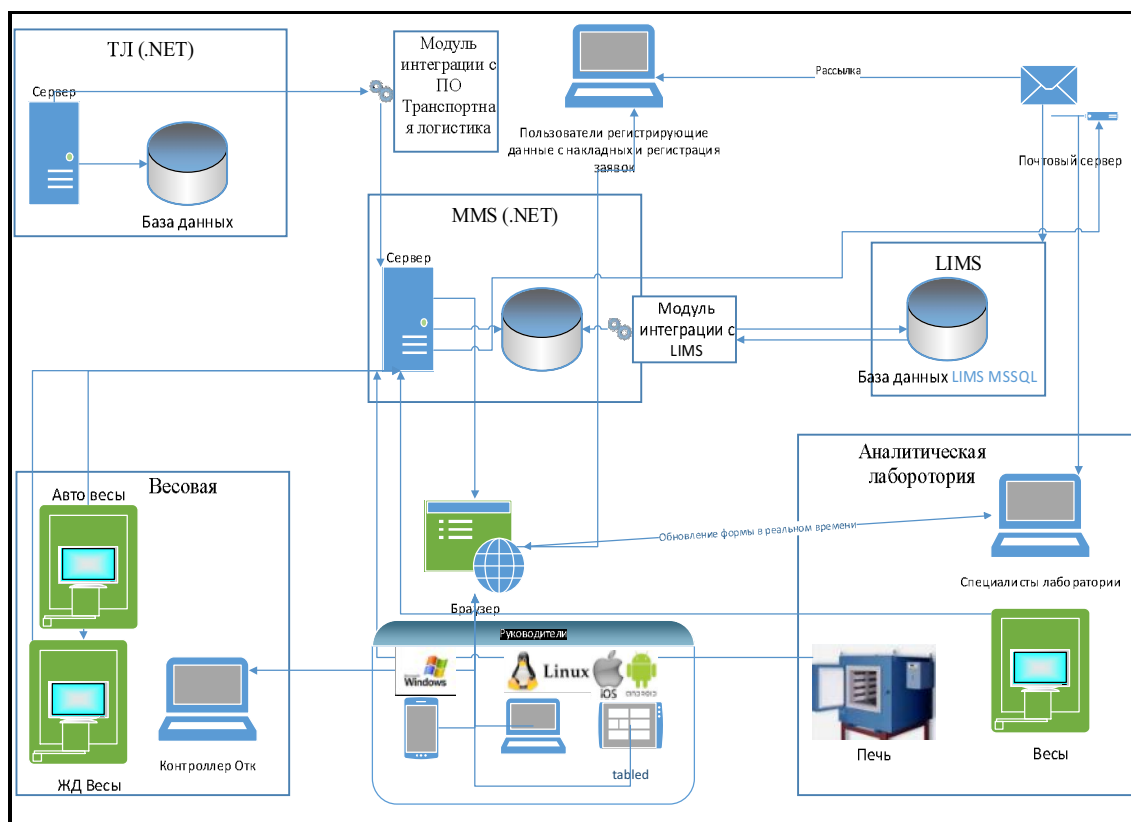


Рисунок 7 - Архитектура системы

Архитектура системы показана схематично, разделена на модули по логическому расположению элементов. Система разработана на платформе .NET и технологии MVC. Для интеграции с ТЛ использованы и спроектированы API-сервисы. Для реализации приложения в реальном времени был использован фреймворк, включающий в себя работу с Web-сокетами - Signal-R, который позволяет получать обновления на всех клиентах моментально после корректировки, а не после перезагрузки страницы, что ускоряет работу и не отвлекает пользователей. Все приложения разрабатывались с применением сервис-ориентированной архитектуры для более удобного масштабирования, независимо от того, на какой платформе будет написана клиентская часть. В данный момент клиентская часть написана на HTML 5 с применением нескольких JS-фрэймворков.

Система получает данные с нескольких источников:

1. Ручной ввод пользователей.
2. Получения с контроллеров весов и печей.
3. Получение с других систем (ТЛ и LIMS).

Вывод данных производится в отчетных формах в браузере с функцией выгрузки в Excel.



На основании вышеизложенного можно сделать следующее заключение.

В процессе исследования бизнес-процессов до и после внедрения системы прихода сырья и реализации заявок на выгрузку было выявлено, что после внедрения заметно сократилось время регистрации сырья, оформления заявок и т.д. Данное сокращение времени произошло из-за сокращения тех операций, которые были автоматизированы системой, а также упрощения многих других операций, что позволило сократить рабочие места на поступлении сырья и отправить данных работников на другое производство, контролировать процесс в реальном времени, отслеживать местонахождение сырья, минимизировать процент ошибок за счет автоматического получения данных с печей и весов и сохранения всех исправлений. В следующих шагах разработки планируется создания модуля для автоматической регистрации вагонов по распознаванию накладных, автоматизация технологического процесса изготовления готового продукта от складов и до его получения и модуль учета готовой продукции.

#### Список литературы

1. Инструкция планирования поставки И10-(50-17)-01 (к корпоративному стандарту СТ-10 «Коммерция»).
2. Инструкция по отбору проб и определению массовой доли влаги в концентратах и промпродуктах промышленных комплексов ТОО «Казцинк» И-12-(08-04/04/04)-07.
3. ГОСТ 13170-80. Руды и концентраты цветных металлов. Методы определения влаги.
4. ISO 12743-2006. Концентраты медные, свинцовые, цинковые и никелевые. Методика отбора проб для определения содержания металлов и содержания влаги.
5. Порядок определения обеспеченности сырьем металлургических комплексов ТОО «Казцинк» И10-(50-17)-02 (к корпоративному стандарту СТ-10 «Коммерция»).
6. ISO 10251-2006. Концентраты медные, свинцовые, цинковые и никелевые. Определение массовой доли влаги.
7. Кознов Д. Языки визуального моделирования: проектирование и визуализация программного обеспечения: Учеб. пособие. - СПб: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2004. - 170 с.

Получено 01.06.2017

---

UDK 622.234:622.251(75)

**T. Kумыkova, V. Kумыkov, I. Kitaev**

East Kazakhstan State Technical University, Ust-Kamenogorsk

#### MATHEMATICAL MODELING OF COMPRESSED AIR MOTION ON A STRAIGHT SECTION OF THE MINE PNEUMATIC NETWORK

Movement of compressed air in a coal shaft network obeys the laws of the turbulence of compressible media. Moreover, the main factor determining the behavior of turbulent flow, and in particular the laws of resistance, is the roughness of the pipeline, depending on the material of which the pipe is made of.

When transporting air through the pipe there can be two types of movement: laminar and turbulent.

For laminar steady air movement through the pipe the speed is not constant over the entire cross section of the pipe, but smoothly varies parabolically, increasing from zero at the pipe wall to a maximum at the axis of the tube (Figure 1).

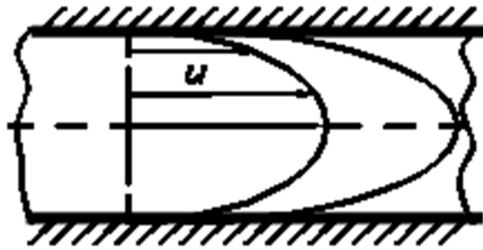


Figure 1 - The velocity distribution in the pipe with laminar flow

In a turbulent flow in a circular cylindrical pipe in most of its section the air is almost the same speed, which is close to the mean flow velocity (Figure 2).

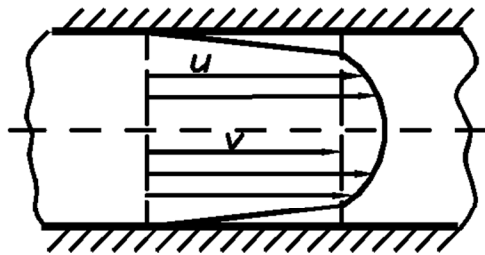


Figure 2 - The velocity distribution in the pipe with turbulent flow

On the axis of the tube, the actual speed is only slightly higher than the average flow speed. While increasing distance from the axis of the tube towards the wall the speed slowly decreases, near the wall itself a so-called boundary layer forms, in which the motion is laminar.

Since pneumatic energy complex of underground mines are complex systems, experiments with such systems in order to determine their optimal parameters are costly, time-consuming, and demand violation of production flow.

Mathematical modelling is based on the identity of the equations describing the processes of the model and of the studied phenomenon. The mathematical model of pneumatic energy complex, given the explicitly of a temporary nature of processes occurring in a pneumatic system, can be represented in the form of differential equations, reflecting the change in the basic parameters over time.

The problem of turbulence, which attracts the attention of scientists over the years which have passed since the appearance of O. Reynolds' studies, currently is still far from its full resolution, despite the large number of published studies and its increasing practical value.

The main characteristic of turbulent flow is a messy, chaotic nature of turbulent fluctuations. Since the turbulent velocity fluctuations, rapidly changing from one point to another and from one instant to the next, are too complicated to be studied in detail, it should be enough to study only some averaged variables.

While studying the turbulent flow of a compressible medium, in addition to the correlation between the velocity components, the relationship between speed and density and the ratio between pressure and velocity also should be investigated. This greatly complicates the analysis.

According to the law of hydrodynamics of a compressible medium, the flow of compressed air in a pipeline is fully described by the equations of motion, energy, continuity and state. Basic equations of hydrodynamics for a viscous compressible medium [1] are as follow:

$$\rho \frac{du}{dt} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left[ \mu \left( 2 \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{2}{3} \nabla \cdot \vec{q} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[ \mu \left( \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial \mathcal{G}}{\partial x} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[ \mu \left( \frac{\partial \omega}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \right) \right] \quad (1)$$

$$\rho \frac{d\mathcal{G}}{dt} = -\frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial y} \left[ \mu \left( 2 \frac{\partial \mathcal{G}}{\partial y} - \frac{2}{3} \nabla \cdot \vec{q} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[ \mu \left( \frac{\partial \mathcal{G}}{\partial z} + \frac{\partial \omega}{\partial y} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial x} \left[ \mu \left( \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial \mathcal{G}}{\partial x} \right) \right] \quad (2)$$

$$\rho \frac{d\omega}{dt} = -\frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial z} \left[ \mu \left( 2 \frac{\partial \omega}{\partial z} - \frac{2}{3} \nabla \cdot \vec{q} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial x} \left[ \mu \left( \frac{\partial \omega}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[ \mu \left( \frac{\partial \mathcal{G}}{\partial z} + \frac{\partial \omega}{\partial y} \right) \right] \quad (3)$$

$$\rho \frac{dH}{dt} = \frac{dp}{dt} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\mu}{Pr} \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\mu}{Pr} \frac{\partial H}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{\mu}{Pr} \frac{\partial H}{\partial z} \right) + \Phi, \quad (4)$$

$$\frac{d\rho}{dt} + \rho \nabla \cdot \vec{q} = \frac{\partial \rho}{\partial t} + u \frac{\partial \rho}{\partial x} + \mathcal{G} \frac{\partial \rho}{\partial y} + \omega \frac{\partial \rho}{\partial z} + \rho \nabla \cdot \vec{q} = 0, \quad (5)$$

$$P = \rho \cdot R \cdot T \quad (6)$$

where

$$\Phi = 2\mu \left( \frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + 2\mu \left( \frac{\partial \mathcal{G}}{\partial y} \right)^2 + 2\mu \left( \frac{\partial \omega}{\partial z} \right)^2 + \mu \left( \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial \mathcal{G}}{\partial x} \right)^2 + \mu \left( \frac{\partial \mathcal{G}}{\partial z} + \frac{\partial \omega}{\partial y} \right)^2 + \mu \left( \frac{\partial \omega}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 - \frac{2\mu}{3} [\nabla \cdot \vec{q}]^2 \quad (7)$$

dissipation function,

$$\nabla \cdot \vec{q} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial \mathcal{G}}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial z},$$

$\vec{q}$  - Velocity vector with components  $u$ ,  $\omega$  and  $\mathcal{G}$  along the axes  $x$ ,  $y$  and  $z$ , respectively;  $T$  - the instantaneous temperature;  $\rho$  - instantaneous value of density;  $p$  - instantaneous pressure;  $\mu$  - dynamic viscosity coefficient;  $H$  - enthalpy per unit mass of compressed air ( $H = C_p T$ , where  $C_p$  - specific heat of air at the isobaric process);  $R$  - universal gas constant variable;  $Pr$  - Prandtl number of medium.

Equations (1) - (3) represent the equations of motion, (4) - the energy equation (5) - the continuity equation, (6) - the equation of state.

Studying turbulence in a compressible viscous medium, we assume that the instantaneous measures – velocity components  $u$ ,  $\omega$  and  $\mathcal{G}$ , of pressure  $p$ , of density  $\rho$ , and of temperature  $T$  satisfy the fundamental equations (1) - (6).

Osborne Reynolds first introduced basic statistical concepts when studying the turbulent flow. In his theoretical study of turbulence, he admitted that the instantaneous velocity can be divided into the average velocity and turbulent fluctuation of velocity.

Therefore we can assume that

$$u = \bar{u} + u', T = \bar{T} + T' \text{ etc.}, \quad (8)$$

where the bar over the symbol denotes the average value, and stroke - turbulent fluctuations. Direct substitution of equation (8) in the fundamental equation (1) - (6) does not provide any simple and direct conclusions about the field of perturbation  $u'$ ,  $T'$  etc. due to the nonlinearity of these equations.

To reveal the nature of the fields with very small fluctuations in a viscous compressible medium, it should be resorted to some simplifying assumptions. The first obvious assumption - it is the assumption of small pulsations, allowing linearizing fundamental equations.

In order to show that small pulsations in a viscous compressible medium can be divided into three independent form, Kovazhny [2] made the following assumptions:

- Specific heat of air  $C_p$  and  $C_v$ , coefficient of viscosity  $\mu$ , coefficient of thermal conductivity of the medium  $\kappa$  are constant;
- Prandtl number  $P_r = C_p \cdot \mu / \kappa$  equals 3/4;
- The considered region of space and time is a finite region  $G$ . There are no solid boundaries inside the region or on its borders;
- Coordinate system is chosen so that the average rate in  $G$  is equal to zero;
- The speed is small compared to an average speed of sound in  $G$ ;
- Pulsations of pressure  $p'$ , density  $\rho'$  and absolute temperature  $T'$  are small compared with the corresponding average values of these quantities  $\bar{p}$ ,  $\bar{\rho}$  and  $\bar{T}$  in region  $G$ .

With these assumptions and introducing the following dimensionless quantities:

$$P = \frac{p'}{\gamma \cdot \bar{p}} = \frac{p'}{\bar{p} \cdot \alpha^2}. \quad (9)$$

And

$$s = \frac{T'}{\bar{T}} - (\gamma - 1) \cdot P. \quad (10)$$

Where  $\alpha^2 = \frac{\gamma \cdot \bar{p}}{\rho}$ .

$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$  - Ratio of specific heats, the fundamental equations (1) - (6) can be simplified and

put into the following form:

equation of motion

$$\frac{\partial \vec{q}}{\partial t} = -\alpha^2 \text{grad}P + v \left( \nabla^2 q + \frac{1}{3} \text{grad} \text{div} \vec{q} \right) \quad (11)$$

where grad - is the gradient operator; div - is divergence operator; energy equation

$$\frac{\partial s}{\partial t} - \frac{4v}{3} \nabla^2 s = \frac{4(\gamma - 1)v}{3} \nabla^2 P, \quad (12)$$

continuity equation

$$\text{div} \vec{q} = -\frac{\partial P}{\partial t} + \frac{\partial s}{\partial t}, \quad (13)$$

equation of state

$$\frac{\rho'}{\rho} = \frac{p'}{p} - \frac{T'}{T} = P - s. \quad (14)$$

$$\text{Where } \nu = \frac{\mu}{\rho} \text{ and } \nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}.$$

Equations (11) - (14) are general in nature and as such can not be applied to study the interaction parameters of the shaft pneumatic network. In each theory when solving a task some assumptions are made. Therefore, comparing the theoretical predictions with experimental results, it is necessary to trace how assumptions made in the theory are satisfied in the experimental setup.

Taking as a theoretical basis for research Reynolds equation (1), (2), (3), it is necessary to know the experimental values that characterize the mean motion. Indications of anemometer give no direct value of the average velocity, but a mean value of the function  $\mathfrak{G}(x, t)$  (such as  $\mathfrak{G}^2$  and others). The value of velocity and its direction in the horizontal plane are usually measured.

According to the equation of Darcy-Weysbakh in the case of the flow of compressed air along the x-axis the equation of motion can be represented as:

$$-\frac{\partial P}{\partial x} = \frac{\lambda \cdot |\mathfrak{G}|}{2D} \cdot \rho \cdot \mathfrak{G} \quad (15)$$

where  $P(x, t)$  - function of the pressure of compressed air;  $\mathfrak{G}(x, t)$  - function of the velocity of compressed air;  $\rho(x, t)$  - function of density of compressed air;  $\lambda$  - coefficient of hydraulic resistance of pipeline;  $D$  - diameter of the pipeline sector;  $x$  - axis, located along the axis of the pipeline.

In practice of calculation of shaft pneumatic networks, instead of function of velocity, such concepts as volume or mass velocity are used.

Given the fact that

$$\mathfrak{G}(x, t) = \frac{\bar{V}(x, t)}{F_T} \quad (16)$$

$$\bar{V}(x, t) = \frac{\bar{G}(x, t)}{\rho(x, t)}. \quad (17)$$

Where  $\bar{V}(x, t)$  - function of the volume velocity of the compressed air;  $\bar{G}(x, t)$  - function of mass velocity of the compressed air;  $F_T$  - cross-sectional area of the pipeline, expression (15) is transformed into

$$\frac{\partial P}{\partial x} = -\lambda \cdot \frac{R \cdot T}{2D \cdot F_m^2 \cdot P} \cdot |\bar{G}| \cdot \bar{G}. \quad (18)$$

Where  $T(x, t)$  - function of absolute temperature of compressed air;

$$R = \frac{P(x, t)}{\rho(x, t) \cdot T(x, t)} - \text{universal gas constant.}$$

The equation of continuity according to [1] has the form:

$$-\frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial P}{\partial t} = \frac{\partial(\rho \cdot \mathfrak{G})}{\partial x}. \quad (19)$$

Where  $c$  - speed of sound in air;  $t$  - time.

Given these relationships, equation (19) can be transformed into

$$\frac{\partial P}{\partial t} = -\frac{c^2}{F_r} \cdot \frac{\partial \bar{G}}{\partial x}. \quad (20)$$

Since compressed air flows along the x-axis, and the amount of heat entering a unit volume of compressed air per unit time due to radiation or any other reason, than the thermal conductivity is zero, as well as the fact that

$$\frac{dH}{dt} = C_p \cdot \frac{dT}{dt} \quad (21)$$

energy equation (4) can be transformed to the form

$$\begin{aligned} \frac{\partial T}{\partial t} = & \frac{1}{C_p} \cdot \frac{R \cdot T}{P} \cdot \frac{\partial P}{\partial t} - \frac{\aleph}{C_p} \cdot \frac{R \cdot T}{P} \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \left( \mu + \frac{4}{3} \right) \cdot \frac{1}{C_p \cdot F_m^2} \cdot \frac{R^3 \cdot T^3}{P^3} \cdot \\ & \cdot \bar{G}^2 \left( \frac{1}{\bar{G}} \cdot \frac{\partial \bar{G}}{\partial x} + \frac{1}{T} \cdot \frac{\partial T}{\partial x} - \frac{1}{P} \cdot \frac{\partial P}{\partial x} \right)^2. \end{aligned} \quad (22)$$

Condition of air (6) on a linear plot can be represented as a function

$$P(x,t) = R \cdot \rho(x,t) \cdot T(x,t). \quad (23)$$

For practical use of the expression (23) in the problem it is advisable to differentiate it in respect to x

$$\frac{\partial T}{\partial x} = \frac{T}{P} \cdot \frac{\partial P}{\partial x}. \quad (24)$$

Thus, as a result of mathematical modelling a system of differential equations with partial derivatives: (18), (20), (22) and (24) was derived, which fully describes the distribution and interrelationship of the main parameters of compressed air along the axis of the pipeline in time. The boundary conditions of application of this model are as follows:

$$\left. \begin{aligned} T = const = 293 K (20^\circ C) \\ R = const = 287 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot K) \\ C_p = const \\ \mu = const \\ \aleph = const \end{aligned} \right\} \text{throughout the pipeline;}$$

$$\left. \begin{aligned} D_{\min} \leq D \leq D_{\max} \\ P_{\min} \leq P \leq P_{\max} \end{aligned} \right\} \text{according to the technical conditions of the mine}$$

( $D_{\min} = 50 \text{ мм}$ ;  $D_{\max} = 400 \text{ мм}$ ;  $P_{\min} \geq P_{\text{пасп.}} \geq 0,5 \text{ МПа}$ ;  $P_{\max} \leq P_{\text{кв}} = 0,7 \text{ МПа}$ ).

Air consumption through the sectors of pneumatic network  $\ell = 1 \text{ м}$ :  $Q_i = 0,1 \div 4,5 \text{ м}^3/\text{с}$ .

#### References

1. Jaworski B.M., Detlaf A.A. Handbook of Physics. - M.: Nauka, 1984. - 430 pp.
2. Bai Shi Yi Turbulent Flows of Liquids and Gases // Translation from English Ph.D. MG Morozov / Edited by Dr. K.D. Voskresensky. - Moscow: Foreign Literature, 1982. - 344 pp.

Получено 01.06.2017

ӘОЖ 004.048

**А.Н. Мурзахметов**

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ.

**ИНТЕРНЕТ ЖАҢАЛЫҚТАРЫНЫҢ МӘТІНДЕРІН АВТОМАТТЫ ТАЛДАУ МОДЕЛІ**

Соңғы жылдары интернет желісінің және ақпараттық технологиялардың қарқынды дамуына байланысты мәтінді семантикалық талдау айтарлықтай өзгеріске ұшырады. Бұл мақалада құрылымдық емес жаңалықтар легінің мәнін сақтай отырып, ықшам түрде ұсыну мәселесі қарастырылған. Жүйе мен жаңалық сайттарының бірлесуіне айрықша көңіл бөлінген. Кілтті сөздерді анықтаудың статистикалық алгоритмі құрылған және мәтін блоктарының семантикалық байланыстыру алгоритмі құрылған.

Internet желісіндегі мәліметтер қорының көбеюі ақпараттың шамадан тыс арту мәселесін біршама ұлғайтты. Surveillance американдық зерттеу қызметінің мәліметтері бойынша ХХІ ғ. басында интернет желісіндегі парақшалар саны 4 миллиардтан асқан және күн сайын 7 миллионға артып отырған. Ақпараттардың басым бөлігін құрылымдық емес, өңделмеген мәліметтер алады, сондықтан көптеген ұйымдар (хабар тарату қызметтері және хабар тарату, ақпараттық-кітапханалық жүйелер, корпоративті құжатайналым жүйелері, іздеу машиналары және т.б.) және жеке тұлғалар ақпаратты автоматты түрде семантикалық талдайтын тиімді технологияларға мұқтаж [1].

Халықаралық нарықта мәтінге семантикалық талдау жүргізетін көптеген бағдарламалық өнімдер ұсынылған. Мысалы, классификация, кластеризация, кілтті сөздерді табу және мәтіннің андатпасын құруға мүмкіндік беретін IBM Text Miner мәтін талдау жүйесі. Ресейлік өнімдерден, мәтіннің синтаксисті-семантикалық желісін құруға мүмкіндік беретін АОТ және Semantic Analyzer Group жүйелері. Ресейлік Яндекс Жаңалықтар жүйесі мәліметтерді автоматты түрде жаңалықтарға топтауға және құжаттарды кластерлеу негізінде мақаланың андатпасын құруға мүмкіндік береді. InfoStream қызметі құжаттардың семантикалық жақындығын ескере отырып, жедел ақпаратқа қол жеткізуді қамтамасыз етеді. Мұндай жүйенің тікелей аналогы Summly ұялы жаңалықтар агрегаторы, жүйені 2013 жылы Yahoo компаниясы сатып алған. Дегенмен, бұл қосымша қазақша немесе орысша мәтіндерді өңдеуге жарамсыз [2].

Осылайша, қолданыста бар жүйелер қойылған мәселені толықтай шеше алмайды. Бұның себебі - түрлі мәтіндер үшін семантикалық талдау мәселесін шешудегі біртұтастықтың болмуы. Біз қарастыратын жүйе қолданыста бар жүйелердің кемшеліктерін жоюға бағытталған.

Жаңалық мәтіндерінің құрылу ерекшеліктері және ақпараттық сервистермен бірлесуі. Nur.kz, Tengrinews.kz, zakon.kz, ria.ru сияқты көптеген ақпараттық парақшаларда жарияланған мақалаларды талдай келе жаңалық мәтінінің жалпылама құрылымын тұрғызуға болады (1-сурет).

Мақалалар сайтта «төңкерілген пирамида» қағидасы бойынша орналасқан, яғни негізгі ақпарат мәліметтің басына орналасады және мәтін барысында толық ашылады. Құрылымы келесідей болады:

- жаңалықтың атауы оның тақырыбын көрсетеді және 10 сөзден төмен болады. Мысалы, Яндексте атау 15 сөзден кем болса, Google-де 70 сөзге дейін жетеді;
- оқиғаларға байланысты негізгі жайыттар 1-2 абзацта жазылады;
- 3-ші және келесі абзацтар жаңалық мәнмәтінен (бэкграунд) тұрады.



1-сурет - Жаңалық мәтінінің құрылымы

Әдетте мұнда болған оқиға талдап сипатталынады, жаңалыққа тікелей қатысты мәліметтер беріледі. Жаңалық мәтінінің құрылымын білу - хабарламаны өңдеуді және жаңалық мәтінін сайттан алуды жеңілдетеді. Ары қарай жаңалық мәтінінің семантикалық талдау мәселесін кезеңдер бойынша қарастырамыз.

Семантикалық талдау мәтінді талдаудың негізін құрушысы болып табылады және оны бірнеше кезеңге бөлуге болады. Графематикалық талдау дегеніміз - мәтіннің бастапқы кезеңдегі өңделуі, бұл кезде алдағы уақытта морфологиялық және синтаксистік талдағышпен өңделетін ақпарат өндіріледі. Оның мақсаты - жаңалықтың ішкі құрылымын келесі түрге келтіру:

$$T = \langle P, S, W \rangle, \quad (1)$$

мұндағы  $P$  – абзац,  $S$  – сөйлем,  $W$  – сөздер.

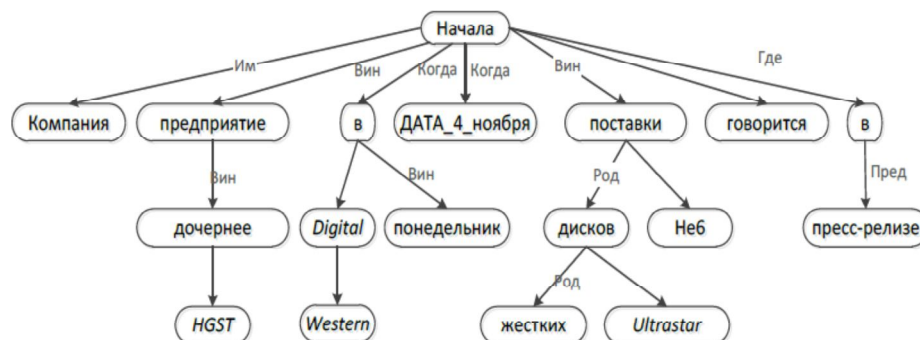
Сонымен қоса мақаланың негізгі жайттарын құрайтын атауы мен абзацтың бірінші сөйлемін айрықша белгілеу керек.

Келесі кезең - морфологиялық талдау, мақсаты - кіріс мәтін сөздерінің морфологиялық түсініктемесін құру. Барлық әдістерді сөздік және ықтималды-статистикалық (сөздікті қолданбайтын) деп екіге бөлуге болады. Екінші әдістің кемшілігі - үлкен көлемді лексикондар және нақты лингвистикалық әдістердің болмауы. Сөздік әдісі сөздік-тезаурусты қосу негізінде құрылған және сөз формасының максималды талдауын береді.

Кіріс мәтіннің әрбір сөзі үшін морфологиялық кітапхана келесідей морфологиялық түсіндірме жиынын береді: морфологиялық сөз таптары; лемма мысалы, зат есім атау септігінде, жекеше түрде немесе етістік-инфинитив. Бейтаныс сөздер үшін Портер стем-мерін пайдалануға болады [3].

Синтаксистік талдау сөйлемнің байланыс ағашын тұрғызу мәселесі ретінде қарастырылады. Оның барысында синтаксистік конструкциялар, байланыстар анықтамасы және үзінділер бағынышы пайда болады. Фрагментті іздеу үшін  $\langle N, S, P \rangle$  іздеу үлгісі қажет болады, мұндағы  $N$  – ізделіп отырған сөздің қалыпты формасы,  $S$  – сөз табы және  $P = \{p\}$  – ізделіп отырған сөздің параметр жиыны. Фрагментті тапқаннан кейін, оны түрлендіру қажет [1, 7]. Осылайша, синтаксистік сегментация ережесі үзіндіні іздеу үлгісі, үзіндіні құру үлгісі және ерекшеліктер тізімінен тұрады [3]. Синтаксистік талдау нәтижесінде 3-ші суретке сәйкес көрсетілгендей граф пайда болады.





3-сурет - Сөйлемнің байланыстар ағашы

Қазіргі кезде жаңалық мәтіндері үшін кілтті сөздерді табатын бағдарламалық модульдер бар. Мысалы, C#.NET ортасында жазылып шыққан PullEnti SDK. Сөз кілттік деп танылады, егер үміткер сөздің кездесу жиілігі жоғары болса.



4-сурет - Кілтті фразаларды іздеу алгоритмі

Қарапайым жағдайда жаңалық мәтінінің  $S$  білім қосынды құрылымын келесідей анықтауға болады:  $S = \{M, F\}$ , мұндағы  $M$  - аталған білім қосындысының барлық түсініктер жиыны,  $F$  – «мәндік байланыс» қатынасы. Білім құрылымының формалды моделі ретінде  $G = (E, V)$  граф түрінде анықталған семантикалық желіні қолдануға болады, мұндағы  $E$  - шындар жиыны,  $V$  – бағдарланған доға жиыны;  $A$  доғасы негізгі түсінікке сәйкес шыңнан шығып, мәтінде мән бойынша  $A$  түсінігімен сәйкес келетін түсінікке кіреді [4, 5].

Жаңалықтың аңдатпасын құрмастан бұрын мәтін сөйлемдерін келесідей өңдеп алу қажет: сөйлемнің типін анықтау, сөйлемнің салмағын есептеу және мәнсіз сөздерді жою. Сөйлемнің салмағын есептеу оның мәтінде орналасу орны бойынша жүзеге асырылады.

Сөйлемнің салмағы келесі формула бойынша есептеледі:

$$Ws = N(kw) \cdot Rf(kw) \cdot \text{таралу салмағы} \cdot k, \quad (2)$$

мұндағы  $Ws$  - сөйлем салмағы;  $N(kw)$  - сөйлем құрамына кіретін кілтті сөздер саны;  $Rf(kw)$

- кілтті сөздің салыстырмалы жиілігі; тарау салмағы - мәтіндегі тараудың салыстырмалы салмағы, бірінші тарау (лид) үшін 0,35-ке тең, екінші тарау үшін 0,2-ге тең, қалғандары үшін 0,1-ге тең;  $k$  - тарау ішіндегі сөйлемнің маңыздылық коэффициенті. Абзацтағы бірінші сөйлем үшін 1-ге тең, қалғандары үшін - 0,8. Аңдатпаға сығу коэффициентіне байланысты салмағы ең үлкен сөйлем қосылады.

«Пользователи из США предпочли карты Apple картам Google» атауы бар интернеттен алынған жаңалық хабарламасын жүйеде қарастырайық. Жаңалық ұйысуын тақырып немесе кілттік сөздер бойынша қолданушының талғамы (жаңалықты түрлі дерек көздерінен алу, оларды жіктеу және кластерлеу) негізінде баптау мүмкіндігі ұсынылған. Жіктелген мәтіндерге, аңдатпа және байланыстар ағашынан басқа, мәтінді кешенді талдау функциясы, әлеуметтік желілерде (мысалы Твиттерде) белгілі бір форматқа дейін қысқартылған жаңалықтарды дәйексөздеу функциясы қарастырылған. Ұнаған шолуларды сақтауға болады.

Осылайша, жаңалықтың мазмұнын кілттік түсініктер және олардың арасындағы байланыс ретінде ұсынуға және немесе mind map немесе зияткерлік карта түрінде ұсынуға болады және ол 5-суретте көрсетілген.



5-сурет - Жаңалық мәтінінің зияткерлік картасы

Қорыта келе, семантикалық талдау үрдісі мәтінді өңдеудің барлық кезеңдерін қамтиды: алдын ала талдау, синтаксистік сегментация, кілтті сөздерді айқындау және аңдатпа немесе мәтіннің семантикалық желісін құру. Семантикалық талдаудың статистикалық және лингвистикалық алгоритмдерін қиыстыруға, мақалаларды сапалы өңдеуге және ары қарай жаңалық беттерінде жариялауға мүмкіндік береді. Қазіргі ақпараттық ғасырда күнделікті ақпаратты өңдеу жылдамдығын арттыру мақсатында мұндай технологияларды қолдану қажеттілігін тудырады.

#### Қолданылған әдебиеттер

1. Тукеев У.А. Қазақша-орысша машиналық аудармасының морфологиялық талдау және синтез ерекшеліктері // СДУ Хабаршысы.- 2013. - № 26. - 80-90 б.
2. Tukeyev U., Sundetova A., Abduali B., Akhmediyeva Zh., Zhanbussunov N. Inferring Of The Morphological Chunk Transfer Rules On The Base Of Complete Set Of Kazakh Endings // LNAI 9876, Computational Collective Intelligence, Part 2, №9876, Springer, 2016. Pages 563-574.
3. Орлова Ю.А. Алгоритмическое обеспечение анализа текста технического задания и построения моделей программного обеспечения // Изв. ВолгГТУ. – Сер. «Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах». - Вып. 8: Межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2010. – № 6. – С. 68–72.

4. Солошенко А.Н. Автоматизация семантического анализа новостных интернет-текстов / А.Н. Солошенко, В.Л. Розалиев, А.В. Заболеева-Зотова // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2014): Материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 20-22 февр. 2014 г.) / УО «Белорусский гос. ун-т информатики и радиозлектроники», ГУ «Администрация Парка высоких технологий». – Минск, 2014.
5. Grune D. Tokens to Syntax Tree – Syntax Analysis // New York, NY: Springer New York. – 2012.
6. Khadje Nassirtoussi et al. Text mining of news-headlines for FOREX market prediction: A Multi-layer Dimension Reduction Algorithm with semantics and sentiment // Expert Systems with Applications. Volume 42, Issue 1, January 2015, Pages 306–324.
7. Qing Li, Tie Jun Wang, Ping Li, Ling Liu, Qixu Gong, Yuanzhu Chen. The effect of news and public mood on stock movements // INFORMATION SCIENCES Volume 278, 10 September 2014, Pages 826–840. DOI: 10.1016/j.ins.2014.03.096.
8. Hagenau M., Liebmann M., Neumann D. Automated news reading: Stock price prediction based on financial news using context-capturing features // Decision Support Systems. Volume 55, Issue 3, June 2013, Pages 685–697. DOI: 10.1016/j.dss.2013.02.006.

Получено 4.05.17

---

УДК 004.942

**А.Т. Сакитова, Г.В. Попова, С.Ж. Рахметуллина**

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск

**ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ  
ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

Загрязнение и истощение подземных вод является следствием воздействия человека на подземную гидросферу. Подземные воды - это один из главных источников воды для жизни людей наряду с реками и озерами. Охрана подземных вод - это одна из актуальных задач в гидрогеологии. Эта задача имеет также социально-экономический характер и важна не только на уровне отдельных государств и регионов, но и в мировом масштабе. Предотвращение загрязнения и истощения подземных вод и неблагоприятных последствий от этих явлений является важной и актуальной задачей.

Разработка информационно-аналитической системы оценки качества подземных вод позволит повысить эффективность формирования и использования информационных ресурсов мониторинга подземных вод Республики Казахстан. В информационно-аналитической системе оценки качества подземных вод анализ, прогноз состояния загрязнения подземных вод будет осуществляться на основе единой базы данных, в которой ввод данных осуществляется территориальными пользователями посредством развитых программно-технологических средств веб-интерфейса напрямую в единую базу данных.

На данное время структура и качество данных, имеющихся в единой базе данных, сформированных на основе стандартной отчетности режимных гидрогеологических партий, недостаточны для решения задач проекта по разработке информационно-аналитической системы и требуют дополнительных данных и предварительной обработки. В связи с этим возникает задача проектирования и разработки оптимальной структуры базы данных, необходимой для достижения цели проекта.

Эмпирический материал, хранимый в базе данных, на основе которого будет осуществляться оценка и прогнозирование состояния загрязнения подземных вод, должен быть

предварительно подвергнут анализу с целью извлечения полезной информации, подготовки данных для применения соответствующих методов. С этой целью эмпирические данные по геохимическому состоянию подземных вод предварительно должны подвергаться обработке посредством современных методов анализа данных [1].

Современные технологии интеллектуального анализа данных непрерывно развиваются и по сей день. Наиболее результативной и популярной технологией на сегодняшний день является Data Mining.

Data Mining - собирательное название, используемое для обозначения совокупности методов обнаружения в данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности [2]. Для обеспечения качественного анализа необходимо проведение предварительной обработки данных, которая является необходимым этапом процесса Data Mining.

Существует множество видов ошибок, которые не зависят от предметной области. Таких ошибок выделяют шесть типов:

- противоречивость информации;
- аномальные значения (шум);
- пропуски данных;
- несоответствие форматов данных;
- ошибки ввода данных или опечатки;
- дублирование (табл. 1).

Таблица 1

*Примеры проблем отдельного источника данных на уровне схемы  
(нарушение ограничения целостности)*

Область/Проблема		Загрязненные данные	Причины/Примечания
Атрибут	Аномальные значения	quality_factor= «рН водородный показатель», concentration=873,47	Недопустимо высокое значения водородного показателя
	Ошибки ввода данных или опечатки	quality_factor= «хлорид Cl-», concentration=17,4,10	В значении концентрации хлорида допущена опечатка
Запись	Противоречивость информации	emp1=(quality_factor= «нитрит NO2-», concentration=0,1) emp2=(quality_factor= «NO2-нитрит», concentration=0,01)	В одном замере записаны две концентрации с разными значениями
	Пропуски данных	quality_factor= «сульфат SO4--», concentration=NULL	Не введено значение концентрации сульфата
Тип записи	Дублирование	emp1=(quality_factor= «нитрит NO2-», concentration=0,01) emp2=(quality_factor= «NO2-нитрит», concentration=0,01)	Нарушена уникальность code_MPV (номера скважины)
Источник	Несоответствие форматов данных	quality_factor= «5,1», concentration=аммоний NH4+	Вместо значения концентрации введено наименование показателя

Очистку данных делят на пять этапов:

- анализ данных;
- определение порядка и правил преобразования данных;

- подтверждение;
- преобразование;
- противоток очищенных данных.

На первом этапе подробно анализируют данные, чтобы выявить подлежащие удалению виды ошибок и неточностей. Используется два вида проверок данных: вручную или специальными программами. На этом этапе получают метаданные о свойствах и качествах данных.

На втором этапе определяется порядок и правила преобразования данных. Для хранилищ в процессе работы по определению ETL (Extract, Transform, Load - дословно «извлечение, преобразование, загрузка») должны быть определены методы контроля и поток данных, подлежащий преобразованию и очистке.

На третьем этапе определяются две вещи: правильность и эффективность процесса и определение преобразования. Это осуществляется путем тестирования и оценивания. При анализе, проектировании и подтверждении может потребоваться множество итераций.

На четвертом осуществляется выполнение преобразований либо в процессе ETL для загрузки и обновления хранилища данных, или же при ответе на запросы по множеству источников [3].

На пятом этапе происходит замена загрязненных данных в исходных источниках на очищенные. Данный этап мы не можем осуществить, так как источником является единая база данных, в которой ввод данных осуществляется территориальными пользователями, обладающими специальными правами доступа.

На сегодняшний день существуют огромное количество методов по очистке данных от ошибок и неточностей. Никто из специалистов не скажет, какой из них является самым эффективным, потому что каждый метод совершенно по-разному подходит к этой проблеме.

Выделяют такие методы очистки данных:

1. Вычисление средних значений. Если данные содержат большой разброс значений, то метод средних применяется не к отдельному объекту, а к целой группе. Все данные в этом случае разбиваются на группы, содержащие приблизительно однородные элементы с похожими признаками. Внутри каждой из них рассчитывается средняя величина, которая будет типична именно для тех объектов, которые входят в эту группу.

Применим изложенный метод к ошибке пропусков данных. Согласно табл. 1, было упущено значение сульфата  $SO_4^{--}$  при заполнении результатов концентрации веществ в скважине № 7 за 14.09.2005 года. Сделаем выборку значений концентрации сульфата  $SO_4^{--}$  за предыдущие 10 месяцев (табл. 2).

Разброс значений концентрации текущего показателя в скважине № 7 незначительный. Следовательно, разбиение на группы, содержащие приблизительно однородные элементы с похожими признаками, не требуется. Поэтому целесообразно вычислить среднеарифметическое значение:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i / n, \quad (1)$$

где  $x$  - значение концентрации сульфата  $SO_4^{--}$  в скважине № 7 за 14.09.2005 года; сумма - сумма значений концентрации сульфата  $SO_4^{--}$  за предыдущие 10 месяцев;  $n$  - количество значений, в нашем случае количество месяцев:

$$x = (624,5 + 489,8 + 521,72 + 624,12 + 603,6 + 693,76 + 463,87 + 654,7 + 523,76 + 430,04) / 10 = 5629,87 / 10 = 563.$$

2. Интервальный метод. Этим методом вычисляют сначала доверительный интервал, между границами которого с заданной вероятностью находятся истинные значения оце-

ниваемых параметров. Доверительный интервал с вероятностью 95% для большого объема данных определяют по формуле:

$$\bar{x} - \frac{1,96\sigma}{\sqrt{n}} < x_i < \bar{x} + \frac{1,96\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (2)$$

где  $x_i$  – исследуемый ряд данных;  $\bar{x}$  – среднее арифметическое значение совокупности данных;  $\sigma$  – среднеквадратическое отклонение;  $n$  – количество исследуемых данных.

Приступим к расчету среднеквадратического отклонения  $\sigma$ :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (3)$$

где  $x_i$  – значение  $i$ -го объекта;  $\bar{x}$  – среднее арифметическое значение;  $n$  – число объектов в совокупности.

Среднеквадратическое отклонение равно 88,68 (табл. 3).

Таблица 2

*Значения концентрации сульфата SO<sub>4</sub>-- за предыдущие 10 месяцев*

Показатель	Концентрация	Дата
сульфат SO <sub>4</sub> --	624,5	21.08.2005
сульфат SO <sub>4</sub> --	489,8	17.07.2005
сульфат SO <sub>4</sub> --	521,72	15.06.2005
сульфат SO <sub>4</sub> --	624,12	24.05.2005
сульфат SO <sub>4</sub> --	603,6	10.03.2005
сульфат SO <sub>4</sub> --	693,76	16.02.2005
сульфат SO <sub>4</sub> --	463,87	19.12.2004
сульфат SO <sub>4</sub> --	654,7	20.11.2004
сульфат SO <sub>4</sub> --	523,76	15.10.2004
сульфат SO <sub>4</sub> --	430,04	26.08.2004

Таблица 3

*Расчет среднеквадратического отклонения*

$X_i$	$X_i - X_{cp}$	$(X_i - X_{cp})^2$	$X_{cp}$
624,5	61,5	3782,25	563
489,8	-73,2	5358,24	
521,72	-41,28	1704,0384	
624,12	61,12	3735,6544	
603,6	40,6	1648,36	
693,76	130,76	17098,1776	
463,87	-99,13	9826,7569	
654,7	91,7	8408,89	
523,76	-39,24	1539,7776	
430,04	-132,96	17678,3616	
		70780,5065	
		7864,500722222	
		88,6820202872	среднеквадратического отклонения

Теперь можем применить интервальный метод, подставив рассчитанные среднее арифметическое значение и среднеквадратическое отклонение в формулу (2). Получим следующий интервал:

$$508,03 < x < 617,97.$$

Таким образом, значения сульфата  $SO_4^{--}$  в скважине № 7 за 14.09.2005 года находится в интервале от 508,03 до 617,97 мг/л.

Значения, не попавшие в этот интервал, отмечаются как потенциальные ошибки, их заменяют уже подобранными значениями (например, средней арифметической величиной).

Возникает вопрос автоматизации данного процесса. Для решения этой проблемы существует комплекс методов, реализующих процесс переноса исходных данных из различных источников в аналитическое приложение или поддерживающих его хранилище данных - ETL (от англ. *Extract, Transform, Load* - дословно «извлечение, преобразование, загрузка»). ETL-средства включают в себя три основных процесса:

- извлечение данных из внешних источников;
- преобразование данных и их очистка;
- загрузка в хранилище данных.

Независимо от особенностей построения и функционирования ETL-система должна обеспечивать выполнение трех основных этапов процесса переноса данных (ETL-процесса) [4]. Перемещение данных в процессе ETL можно разбить на последовательность процедур, представленных следующей функциональной схемой (см. рис.).

В настоящее время ETL-системы все более широко применяются именно для консолидации данных с целью их дальнейшего анализа.



Рисунок - Схема процесса ETL

Таким образом, ETL следует рассматривать не только как процесс переноса данных из одного приложения в другое, но и как инструмент их подготовки к анализу.

## Список литературы

1. Бельдеубаева Ж.Т. Концепция разработки информационно-аналитической системы экологического мониторинга подземных вод / Ж.Т. Бельдеубаева, С.Ж. Рахметуллина, Е.М. Турганбаев. - У-Ка.: Вестник ВКГТУ, 2015.
2. Дюк В.А. Применение технологий интеллектуального анализа данных в естественнонаучных, технических и гуманитарных областях / В.А. Дюк, А.В. Флегонтов, И.К. Фомина // Известия Рос. гос. пед. ун-та им. А.И. Герцена. - 2011. - № 138. - С. 77-84.
3. Берегер А. Microsoft SQL Server 2005 Analysis Services. OLAP и многомерный анализ данных / А. Берегер, И.В. Горбач. – СПб.: ВХБ – Петербург, 2007. – 928 с.
4. Барсебян А. А. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining / А.А. Барсебян, М.С. Куприянов, В.В. Степаненк и др. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 336 с.: ил.

Получено 01.06.2017

---

УДК 004.032

**Ж. Талгаткызы, Г.В. Попова**

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск

**ПОДСИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ДИАГНОСТИКИ**

Успешное решение задачи управляемого термоядерного синтеза на установках типа токамак в значительной степени определяется возможностью оперативного получения информации об основных параметрах плазмы с помощью специализированных систем диагностики. Наиболее важными как с точки зрения задач управления, так и с точки зрения исследовательских задач являются параметры, определяющие магнитную конфигурацию плазмы. Действительно, в виду того, что токамак является установкой с магнитным принципом удержания, знание точных значений токов, протекающих в элементах конструкции по камере и в плазме, а также магнитных потоков, является основным для определения пространственных характеристик плазменного шнура [1]. На токамаке КТМ для осуществления указанных измерений необходимо создать подсистему сбора данных электромагнитной диагностики (ПСД ЭМД).

Техническая реализация измерительных каналов для ЭМД является непростой задачей. Это обусловлено с одной стороны наличием большого количества независимых измерительных каналов, имеющих различные характеристики, а с другой разнообразием сигналов, детектируемых датчиками ЭМД и вызванных различными процессами, протекающими в плазме. Основная часть по обсуждаемому вопросу посвящена методам обработки сигналов датчиков ЭМД с целью определения положения плазмы в пространстве камеры и восстановлению формы шнура [2]. Традиционно технические решения для ПСД ЭМД основываются либо на применении развязывающих усилителей и многоканальных аналого-цифровых преобразователей (АЦП), либо преобразователей напряжение-частота (ПНЧ) с последующей развязкой частотных сигналов и их интегрированием на многоканальных счетчиках [3]. Оба решения имеют ограничения по динамическому диапазону входных сигналов примерно до 100 кГц и невысокую помехозащищенность.

При проектировании ПСД ЭМД Казахстанского токамака материаловедческого (КТМ) предложено использовать поканальное аналого-цифровое преобразование сигналов с последующим их кодированием и передачей по оптоволоконной линии связи. Для преобра-



зования любого аналогового сигнала в цифровую форму необходимо выполнить три основные операции: дискретизацию, квантование и кодирование [4].

Дискретизация - представление непрерывного аналогового сигнала последовательностью его значений (отсчетов). Эти отсчеты берутся в моменты времени, отделенные друг от друга интервалом, который называется интервалом дискретизации. Величину, обратную интервалу между отсчетами, называют частотой дискретизации. На рис. 1 показаны исходный аналоговый сигнал и его дискретизированная версия.

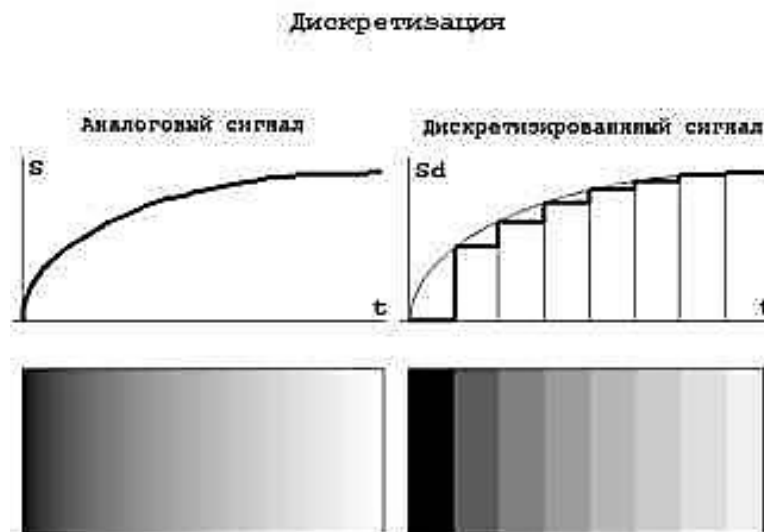


Рисунок 1 - Дискретизация

Понятно, что чем меньше интервал дискретизации и, соответственно, выше частота дискретизации, тем меньше различия между исходным сигналом и его дискретизированной копией. Ступенчатая структура дискретизированного сигнала может быть сглажена с помощью фильтра нижних частот [5].

Квантование - представляет собой замену величины отсчета сигнала ближайшим значением из набора фиксированных величин - уровней квантования. Другими словами, квантование - это округление величины отсчета. Уровни квантования делят весь диапазон возможного изменения значений сигнала на конечное число интервалов - шагов квантования. Расположение уровней квантования обусловлено шкалой квантования. Используются как равномерные, так и неравномерные шкалы. На рис. 2 показаны исходный аналоговый сигнал и его квантованная версия, полученная с использованием равномерной шкалы квантования, а также соответствующие сигналам изображения [6].

Квантованный сигнал, в отличие от исходного аналогового, может принимать только конечное число значений. Это позволяет представить его в пределах каждого интервала дискретизации числом, равным порядковому номеру уровня квантования. В свою очередь это число можно выразить комбинацией некоторых знаков или символов. Совокупность знаков (символов) и систему правил, при помощи которых данные представляются в виде набора символов, называют кодом. Конечная последовательность кодовых символов называется кодовым словом. Квантованный сигнал можно преобразовать в последовательность кодовых слов. Эта операция и называется кодированием. Каждое кодовое слово передается в пределах одного интервала дискретизации. Если квантованный сигнал может принимать  $N$  значений, то число двоичных символов в каждом кодовом слове

$n \geq \log_2 N$ . Один разряд, или символ слова, представленного в двоичном коде, называют битом. Обычно число уровней квантования равно целой степени числа 2, т.е.  $N = 2^n$  [7].

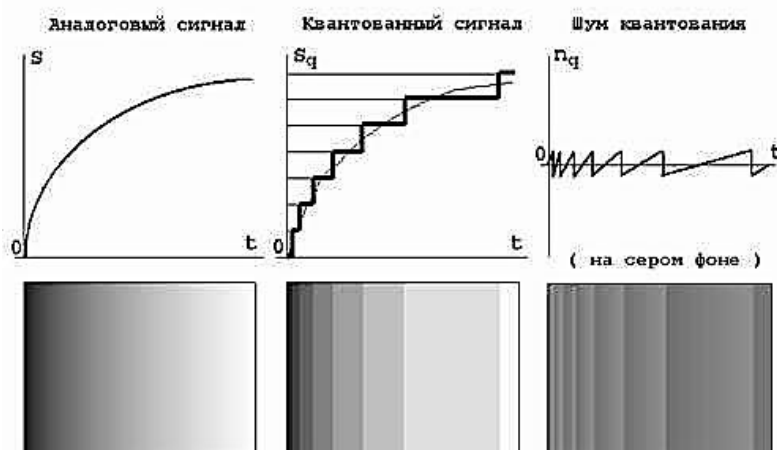


Рисунок 2 - Квантование

Структурная схема подсистемы сбора данных для этого случая показана на рис. 3. Основным принципом проектирования подсистемы на структурном уровне было достижение максимальной гибкости по отношению к различным методам обработки данных. Фактически на практике требуется проводить группирование данных ЭМД для целей оперативного управления плазмой и исследования плазмофизических процессов, а также для выделения части сигналов из общего потока для реализации установленных алгоритмов вычисления геометрических параметров плазмы.

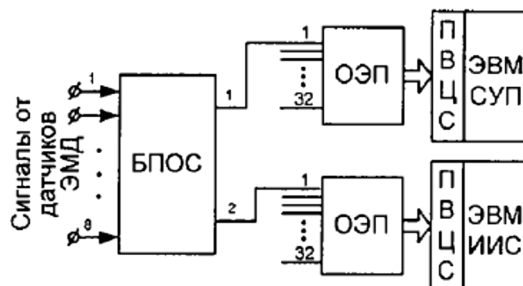


Рисунок 3 - Структурная схема подсистемы сбора данных ЭМД

В состав подсистемы входит три основных элемента: блок предварительной обработки сигналов (БПОС), оптоэлектрический преобразователь (ОЭП) и плата ввода цифровых сигналов (ПВЦС). БПОС выполняет функции аналоговой обработки сигналов от восьми датчиков ЭМД, их измерения, кодирования и передачи порций данных по оптическим линиям связи к ЭВМ систем управления плазмой (СУП) и информационно-измерительных систем (ИИС). Функциональная схема БПОС показана на рис.4. Максимальная частота преобразования входных сигналов по результатам макетных испытаний БПОС составила 1,2 МГц, что соответствует полосе входного сигнала до 600 кГц. На верхний уровень измерительной подсистемы данные передаются по оптической линии связи. Для обеспечения синхронизации работы блоков БПОС и приемников ПВЦС используется метод кодирования последовательных данных «4В/5В». Плата ввода цифровых сигналов выполнена на базе быстро-

действующих микросхем программируемой логики Virtex и предназначена для регистрации и передачи данных в ЭВМ СУП и ЭВМ ИИС. ПВЦС может одновременно обеспечить сбор данных с 32-х модулей БПОС и передачу этих данных через буферную память типа FIFO в ЭВМ. Для сопряжения оптоволоконных линий связи с модулями ПВЦС используется блок ОЭП, который преобразует оптические сигналы в электрические сигналы LVDS уровня. Блок ОЭП состоит из 32-х независимых каналов и обеспечивает скорость передачи данных до 70 Мбит/с по одному каналу преобразования [8].



Рисунок 4 - Функциональная схема БПОС

Предлагаемое решение по реализации ПСД ЭМД токамака КТМ достигается за счет того, что аналого-цифровое преобразование сигналов осуществляется на нижнем уровне подсистемы и, благодаря использованию микросхем быстродействующей программируемой логики, позволяет значительно уменьшить количество проводных линий связи, что в совокупности с использованием оптоволоконных линий для передачи данных между БПОС и ПВЦС значительно увеличивает помехозащищенность измерительных каналов и производительность подсистемы в целом.

Рассмотрены принципы реализации подсистемы сбора данных электромагнитной диагностики, структура подсистемы, а также вопросы технической реализации модулей БПОС, ОЭП и ПВЦС.

#### Список литературы

1. The control of TOKAMAK configuration variable plasmas. Jonathan B. Lister and other. Center de Recherches en Physique des Plasmas Association Euratom - Confederation Suisse, Ecole Polytechnique Federate de Lausanne 1015 Laussane, Switzerland. 1995.
2. Каминский А.О. Точные и быстрые методы определения положения и формы плазмы в токамаке ИТЭР из внешних магнитных измерений / А.О. Каминский, Т.Г. Киловатая, Ю.К. Кузнецов и др. // Физика плазмы. – 1994. – Т. 20. - № 2. - С. 144-147.
3. Yokomizo H., Takeuchi H и др The JT-60 diagnostic system.// Fus.Eng. and Des. [formerly "Nucl. Eng. And Des./fus], 1987, 5, № 1.- с.117-138.
4. Васильев К.К. Методы обработки сигналов. – Ульяновск: УлПИ, 2005.
5. Гольденберг Л.М. Цифровая обработка сигналов / Л.М. Гольденберг, Б.Д. Матюшкин, М.Н. Поляк. – М.: Радио и связь, 2004.
6. Рабинер П. Теория и применение цифровой обработки сигналов / П. Рабинер, Б. Гоулд. – М.: Мир, 2001.
7. Рабаи Жан М. Цифровые интегральные схемы. Методология проектирования = Digital Integrated Circuits / Жан М. Рабаи, Ананта Чандракасан, Боривож Николич. – 2-е изд. – М.: Вильямс, 2007. – С. 912.
8. Драпико Е.А. Развитие техники измерений электромагнитных параметров в ТОКАМАКЕ КТМ / Е.А. Драпико, К.И. Байструков, А.В. Обходский и др. // Экспериментальные возможности токамака КТМ и программа исследований: Труды Междунар. науч.-практ. семинара. - Астана-Курчатов. - 2005. - С.102-105.

Получено 01.06.2017