

Министерство науки и образования России

ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.И. ЛЕНИНА

---



## **«Математическое моделирование и информационные технологии»**

**Сборник статей и тезисов докладов студенческой  
научной конференции факультета информатики и  
вычислительной техники за 2012 год.**

**РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ  
«ЭНЕРГИЯ 2012»**

**ИВАНОВО, 18 апреля 2012 г.**

**МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ**

**ТОМ V**

---

ИВАНОВО

ИГЭУ

2012

«Математическое моделирование и информационные технологии» : Материалы региональной научно-технической конференции студентов и аспирантов / Ивановский государственный энергетический университет. – Иваново, 2012. – Том 5. – с.

Помещенные в сборник тезисы докладов студентов, магистрантов и аспирантов факультета информатики и вычислительной техники Ивановского государственного энергетического университета и студентов и аспирантов Ивановского государственного университета отражают основные направления научной деятельности кафедр в области математического моделирования, разработки программного обеспечения и других направлений информационных технологий. Сборник предназначен для студентов, аспирантов и преподавателей вузов, работающих в перечисленных направлениях информационных технологий. Тексты тезисов представлены авторами в виде файлов, сверстаны и при необходимости сокращены. Авторская редакция сохранена. Научное и техническое редактирование проводилось руководителями студенческих научных работ, являющихся соавторами статей и тезисов сборника. Компоновка макета сборника осуществлена ответственным за студенческую научную работу ИВТФ к.т.н. доц. Милосердовым Е.П.

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

**Председатель оргкомитета:** проректор по научной работе,  
д.т.н., проф. **В.В. ТЮТИКОВ.**

**Члены оргкомитета:** декан факультета информатики и вычислительной техники, доц. **В.М.КОКИН**, председатель секции СНР «Системы управления» д.т.н., проф. **Ю.С. ТВЕРСКОЙ**, председатель секции СНР, профессор кафедры «Высокопроизводительные вычислительные системы» д.т.н. проф. **Ф.Н. ЯСИНСКИЙ** зав. кафедрой «Программное обеспечение компьютерных систем» д.т.н., проф. **С.В. КОСЯКОВ**, зав. кафедрой «Интенсивного обучения английскому языку» доц. **Н.А. ДУДАРЕВА**, зав. кафедрой «Информационные технологии», к.т.н., проф. **А.А. БЕЛОВ**, зав. кафедрой «Высшая математика» д.э.н. проф. **Д.И.КОРОВИН**, ответственный за студенческую научную работу ИВТФ к.т.н. доц. **Е.П. МИЛОСЕРДОВ.**

## Секция «Системы управления и автоматизация»

*Ахмедьянов А.Ф., Лебедев К.С., Стрельченко А.В., студенты 4-43,  
рук. Маршалов Е.Д. ст. преподаватель*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ.**

Целью данной научно-исследовательской работы является исследование динамических характеристик термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей при ступенчатом изменении температуры измеряемой среды.

Лабораторный стенд включает в себя:

- термопреобразователь сопротивления ТС-1088/4
- термоэлектрический преобразователь ТП-0198/2
- калибратор температуры эталонный КТ-650
- регистратор многоканальный технологический РМТ-59

Термопреобразователь сопротивления ТС-1088/4 предназначен для измерения температуры жидких, твердых, газообразных и сыпучих сред. Содержит платиновый чувствительный элемент с номинальной статической характеристикой Pt100, обеспечивающий диапазон измерений температуры от -50 до +350 °С. Длина монтажной части L составляет 320 мм, диаметр монтажной части D=10мм, в зоне чувствительного элемента D=8мм. ТС-1088/4 имеет класс допуска В. (соответствует пределу допускаемого отклонения сопротивления от НСХ  $\Delta t \pm (0,3+0,005|t|)$  °С) Для компенсации влияния температуры окружающей среды применена трехпроводная схема подключения.

Термоэлектрический преобразователь ТП-0198/2 также применяется для измерения температуры жидких, твердых, газообразных и сыпучих сред. Чувствительным элементом является КТМС-кабель с номинальной статической характеристикой ХК(L), обеспечивающий диапазон измерений температуры от -40 до +600 °С. Длина монтажной части L составляет 500 мм, диаметр монтажной части D=4мм, длина кабеля 1.5 м. ТП-0198/2 имеет класс допуска 2, что соответствует погрешности равной 2.5°С в диапазоне температур от -40 до +300°С, и погрешности равной  $0,0075|t|$  °С в диапазоне температур от +300 до +800 градусов.

В ходе выполнения научно-исследовательской работы мы с помощью калибратора температуры КТ-650 нагревали датчики температуры и получали зависимости температуры чувствительного элемента термопреобразователя сопротивления ТС-1088/4 и термоэлектрического преобразователя ТП-0198/2 от времени с помощью регистратора РМТ-59.

В итоге получили следующие результаты.

На рисунке 1 представлены динамические характеристики датчиков при различных температурах. Кривые разгона датчиков температуры с диаметрами монтажной части 10 и 4 мм сформировались по двум группам. Как мы можем видеть, время термической реакции в этих группах практически не различается. Строгой закономерности расположения кривых разгона выявить не удалось.

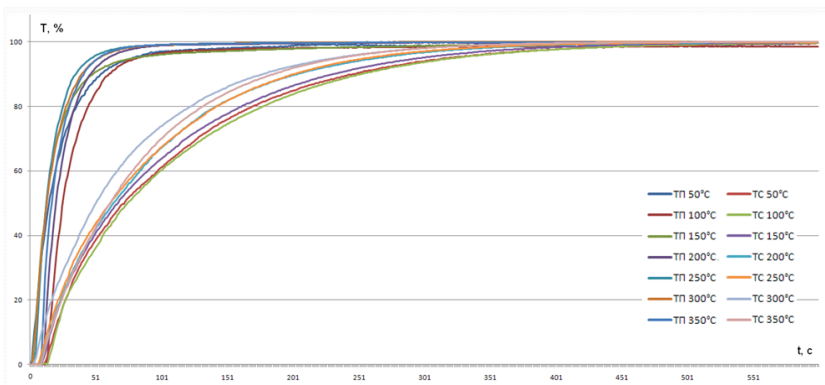


Рис.1 Динамические характеристики ТС и ТП

Рассмотрим подробнее время термической реакции датчиков при различных температурах. Например время термической реакции при 50% отличается в 3-5 раз, следовательно кривая разгона термоэлектрического преобразователя ТП-0198/2 приближается к нужному значению в 3-5 раз быстрее.

**Таблица 1. Время термической реакции для 50 °С**

ПИП	Время термической реакции при степени изменения температуры, с								
	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	95%
ТС	26,7	37	51,8	71,5	96,6	127,2	169	245	318
ТП	5,2	7,5	10,4	14,1	18,9	24,8	34,8	53,4	77,5
ТС/ТП	5,1	4,9	5	5,1	5,1	5,1	4,9	4,6	4,1

**Таблица 2. Время термической реакции для 100 °С**

ПИП	Время термической реакции при степени изменения температуры, с								
	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	95%

ТС	25,5	38,8	54,4	72,8	97,8	130,5	176,1	250,9	322,4
ТП	16,5	18,7	21,4	24,4	28,8	34,9	44	59,7	81,5
ТС/ТП	1,6	2,1	2,5	3	3,4	3,7	4	4,2	4

**Таблица 3. Время термической реакции для 150 °С**

ПИП	Время термической реакции при степени изменения температуры, с								
	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	95%
ТС	23,3	34,5	48,5	66,4	89,2	118,5	160,7	230,1	297,4
ТП	5,3	7,2	9,4	12,4	15,5	20,7	28,9	47,3	79,5
ТС/ТП	4,4	4,8	5,2	5,4	5,8	5,7	5,6	4,9	3,7

**Таблица 4. Время термической реакции для 200 °С**

ПИП	Время термической реакции при степени изменения температуры, с								
	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	95%
ТС	22,8	33,3	46,5	63,3	83,2	108,1	141,5	203	264,9
ТП	12,7	14,5	16,7	19,3	22,8	27,5	33,9	45,7	58,8
ТС/ТП	1,8	2,3	2,8	3,3	3,6	3,9	4,2	4,4	4,5

**Таблица 5. Время термической реакции для 250 °С**

ПИП	Время термической реакции при степени изменения температуры, с								
	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	95%
ТС	21,2	30,8	43,6	61,7	81,2	107,3	141,8	200,4	257,5
ТП	6,4	7,9	9,8	11,9	14,6	18,7	24,5	34,2	46,4
ТС/ТП	3,3	3,9	4,5	5,2	5,6	5,7	5,8	5,9	5,6

**Таблица 6. Время термической реакции для 300 °С**

ПИП	Время термической реакции при степени изменения температуры, с								
	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	95%
ТС	16,1	26	37	49,8	66	89,2	122	177	232
ТП	5,5	7,3	9,8	12,7	15,8	20,4	27,3	39	52,5
ТС/ТП	2,9	3,6	3,8	3,9	4,2	4,4	4,5	4,5	4,4

**Таблица 7. Время термической реакции для 300 °С**

ПИП	Время термической реакции при степени изменения температуры, с								
	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	95%
ТС	23,5	34,1	46,2	60,9	77,5	99,4	131	184,5	235,5
ТП	5,1	6,5	8,6	11,1	14,3	18,4	24,6	35,4	46,9
ТС/ТП	4,6	5,2	5,4	5,5	5,4	5,4	5,3	5,2	5

Вывод: Датчики температур обладают различными динамическими характеристиками, в ходе данной работы было выявлено, что основным параметром, влияющим на динамические характеристики является диаметр рабочей части. В свою очередь на них не влияет ее длина и величина возмущения.

#### **Библиографический список**

1. **Давыдов В.В., Маршалов Е.Д.** Средства измерения температуры // Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «метрология, стандартизация, сертификация» / Под. ред. Ю.С. Тверского. – Иваново: Изд. ИГЭУ, 2010. – С.19-32

*С.А. Гоголев, студент 5-43,  
рук. Ю.С. Тверской, д.т.н., проф.*

## **РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ МНОВОВАРИАНТНЫХ МОДЕЛЕЙ СЛОЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

Современные технологии тренажеростроения и интеллектуализации АСУТП требуют создания высокоточных динамических математических и имитационных моделей [1]. Для достижения этого модели должны содержать несколько вариантов моделируемого оборудования, исходных режимов работы, условий эксплуатации.

Решение такой задачи возможно путем выделения в структуре модели инвариантной части и варьируемой (входные и выходные технологические параметры и макроблоки выбора вариантов оборудования или условий его эксплуатации). Такой подход ведет к построению особого класса моделей – многовариантные. Они отличаются от классических тем, что позволяют моделировать работу агрегата, например энергоблока, при различном составе оборудования. Например, для многовариантной модели плесисистемы прямого вдувания такими вариативными частями являются: тип сепаратора, тип питателя сырого угля, тип топлива, схема газо-воздушного тракта и так

далее. Для котла: марка топлива, тип шлакоудаления, модель вентилятора и дымососа, типы датчиков и другие.

Итак, принципиальная структура многовариантной модели представляет собой неизменяемую (инвариантную) часть и набор вариантов оборудования, входных и выходных параметров (рис. 1).

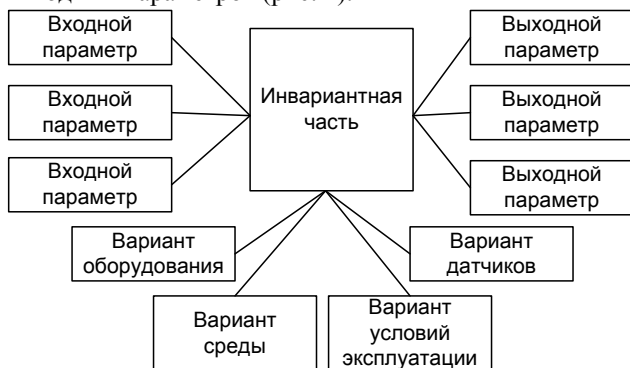


Рис. 1. Принципиальная структура многовариантной модели

Такие модели позволяют сократить время настройки модели на конкретный тип оборудования, а также позволяют определить оптимальное оборудование для заданных требований к поведению объекта. Использование таких моделей позволит изучить влияние составных частей агрегата на динамические характеристики каналов управления.

Однако применение таких моделей без какого-либо сопроводительного средства является довольно сложной задачей. Так, для переключения модели на другой вариант какого-либо оборудования, необходимо открыть среду моделирования (к примеру – VisSim), подключить другой макроблок варианта, снять и обработать переходные характеристики для дальнейшей работы с ними.

В этой работе ставится задача создать программный комплекс, позволяющий конструировать многовариантные модели технологического оборудования, проводить эксперименты с различными вариантами и входными параметрами, анализировать полученные результаты. Для дальнейшего использования полученной модели сделать диалоговую программу выбора схемы автоматического регулирования, расчета параметров настройки регуляторов и анализа качества регулирования в полученной АСР. [3]

На основе этих требований к функциям и требованию к модульности и открытости системы структуру программного комплекса представим в виде иерархической структуры взаимосвязанных модулей. (рис.2).

Назначение модулей системы:



**Монитор (1)** – модуль обеспечения целостности системы позволяет просматривать все созданные системой многовариантные модели, запускать другие модули для работы, удалять отдельные элементы или модель полностью. Также в нем задаются параметры системы, используемые другими модулями (такие как пути к прикладным программам).

**Редактор модели (2)** – модуль подготовки многовариантной модели и привязки ее параметров к объектам системы позволяет создавать основные элементы многовариантной модели (входы, выходы и варианты), редактировать инвариантную часть, запуская стороннюю систему имитационного моделирования VisSim, осуществлять привязку входов, выходов, вариантов созданных в среде имитационного моделирования к элементам многовариантной модели.

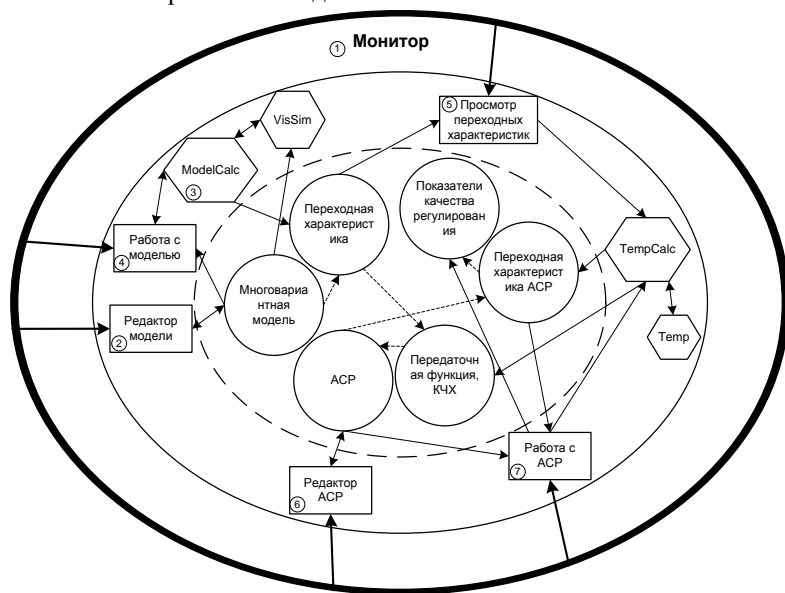


Рис. 2. Иерархическая структура программного комплекса

**Расчет модели (3)** – модуль связи со средой проведения вычислительного эксперимента (ModelCalc) получает значения выходных параметров с помощью сторонней системы имитационного моделирования VisSim, передавая ей значения входов и вариантов через систему межпроцессного взаимодействия ActiveX.

**Работа с моделью (4)** – модуль проведения вычислительных экспериментов с многовариантной моделью (ModelView) обеспечивает интерфейс задания входных параметров возмущений и вариантов технологического

оборудования, создает файлы со значениями точек полученной переходной характеристики по каждому выходу.

**Просмотр переходных характеристик (5)** – модуль анализа переходных характеристик полученных с модели (TrendView) показывает список всех полученных в результате вычислительного эксперимента переходных характеристик, информацию об условиях проведения конкретного вычислительного эксперимента (значения входов, выбранные варианты), переходные характеристики на графике в режиме сравнения, а также производит приведение переходных характеристик к единичному возмущению для дальнейшего использования.

**Редактор АСУ (6)** – модуль выбора расчетной структуры локальной системы управления и проведения параметрической оптимизации выбранной структуры (ASREdit) позволяет пользователю создать для модели набор структур локальных систем управления. Для этого пользователь указывает к какому узлу регулирования относится эта ЛСУ, выбирает какую либо типовую схему, заготовленную для этого узла регулирования, либо создает свою схему (указывая структуру ЛСУ, тип регуляторов и т. д.). Новую схему можно сохранить как типовую или добавить ее в набор схем для этой модели. После выбора или создания структуры ЛСУ проводится ее параметрическая оптимизация, используя информацию о каналах объекта управления из модуля анализа переходных характеристик. В качестве средства для расчета параметров настройки регулятора предлагается использовать ПМК «ТЕМП».

**Работа с АСУ (7)** – модуль анализа переходных процессов в полученной локальной системе управления (ASRView) позволяет провести вычислительный эксперимент с выбранной ЛСУ, созданной для этой модели, и анализ показателей качества регулирования, сравнить несколько схем регулирования между собой по показателям качества, изменить параметры настройки регулятора и провести эксперимент с перенастроенной ЛСУ.

Завершение разработки программного комплекса позволит:

- Упорядочить все созданные математические модели технологического оборудования
- Организовать удобную среду для исследования этих моделей
- Уже на стадии проектирования выбирать наиболее подходящий вариант какой-либо части системы.
- Автоматизировать настройку локальных систем управления сложного оборудования.
- Отладить и модернизировать систему автоматического регулирования.

### Библиографический список

1. **Тверской Ю.С., Таламанов С.А.** Особенности и проблемы современного этапа развития технологии создания АСУТП тепловых электростанций. //Теплоэнергетика №10, 2010, с. 37-44
2. **Тверской Д.Ю., Тверской Ю.С.** Задачи и проблемы совершенствования АСУТП энергоблоков в направлении их интеллектуализации / Управление и информационные технологии: IV Всерос. науч. конф. 10–12 октября 2006 г. Сб. докл. – СПб., 2006. – С. 230–236.
3. **Поклад П. М.** Анализ методов интеллектуального управления сложными динамическими объектами. // Вестник ИГЭУ, вып. 2, 2010

*Кондратов А. А., Жилкин Р. А. студенты 5-43,  
рук. Никоноров А. Н. ст. преподаватель*

## РАЗРАБОТКА ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА ОПЕРАТОРА ЭНЕРГОБЛОКА ТЭС

В энергетике тренажеры начали входить в практику подготовки оперативного персонала в 60-е и 70-е годы сначала в атомной энергетике (Нововоронежская АЭС), а затем и в тепловой энергетике (Трипольская ГРЭС, Конаковская ГРЭС, электростанция Мосэнерго). Одновременно с промышленностью тренажеры и автоматизированные системы обучения (АСО) на базе ЭВМ стали широко использоваться в учебном процессе высших технических учебных заведений энергетической направленности (МЭИ, ИГЭУ и др.).

Качественное развитие средств и методов создания тренажеров связано с появлением и совершенствованием вычислительной техники и информационных технологий. Для современного состояния тренажеростроения в энергетике можно выделить следующие четыре основных направления их развития [1]:

- аналитические тренажеры;
- полномасштабные тренажеры;
- компьютерные тренажеры [2];
- многоцелевые тренажеры.

Многоцелевые тренажеры отличаются от остальных тем, что подсистема управления в них строится на базе ПТК с идентичными реальной АСУТП программно-аппаратными средствами и прикладным ПО, а модель объекта «погружается» в среду ПТК (например, реализуется отдельной группой контроллеров модели или в виде компьютера рабочей станции моделирования). Связь модельной и управляющей частей тренажера

осуществляется соответствующими модулями сопряжения. Преимуществом многоцелевых тренажеров является максимальное приближение условий работы оператора к реально имеющимся на объекте, оснащенный современной АСУТП (операторские станции и в реальной АСУТП, и на многоцелевом тренажере базируются на одном типе ПТК). Кроме того, использование в тренажере АСУТП программно-технического комплекса, в основном идентичного реальному, позволяет обучать на нем не только оперативный персонал, но и специалистов по эксплуатации и сопровождению (развитию) системы, что и дает основание называть этот тип тренажеров многоцелевыми.

Техническая структура многофункционального тренажера энергоблока, реализующая изложенные выше принципы и основные функции может быть представлена в следующем виде (рис. 1).

Подсистема модели объекта управления предназначена для имитации работы технологического оборудования энергоблока. Модель объекта управления базируется на уравнениях фундаментальных физических законов (сохранения массы, энергии, количества движения и т.д.) и позволяет воспроизводить все режимы работы управляемого технологического оборудования.

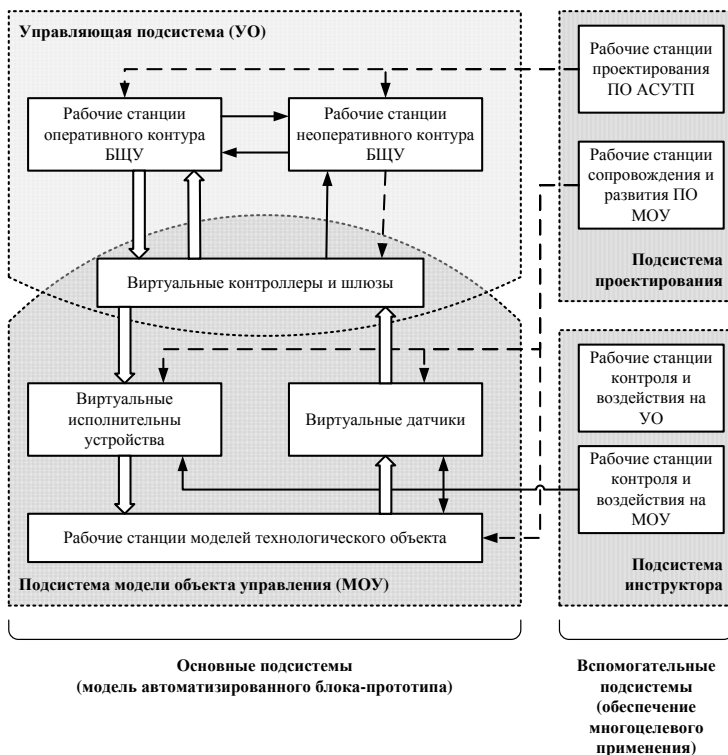


Рис. 1. Укрупнённая техническая структура тренажёра

Управляющая подсистема тренажёра предназначена для оперативного контроля и управления моделируемым технологическим объектом управления. В ее состав входят верхний уровень управления (рабочие станции оперативного и неоперативного контуров управления БЦУ). В рамках полигона АСУТП электростанций кафедры систем управления эта подсистема представлена рабочими станциями – компьютерами лаборатории, объединёнными в локальную сеть Ethernet.

Связующим звеном между подсистемой управления и подсистемой модели объекта управления являются виртуальные контроллеры (рис. 2) и шлюзы, которые относятся и к подсистеме управления, т.к. непосредственно участвуют в управлении моделью технологического объекта, так и к



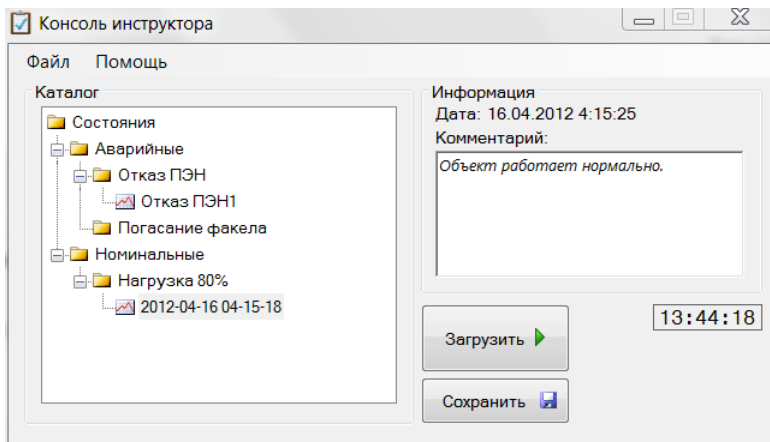


Рис. 3. Общий вид консоли инструктора

Подсистема проектирования ПО предназначена для освоения новой технологии АСУТП путем обучения процессу создания прикладного ПО АСУТП: ПО контроллеров ( типовые алгоритмы решения функциональных задач нижнего уровня АСУТП), ПО рабочих станций (проект БД АСУТП, мнемосхемы операторского интерфейса и др.). Средства ПТК «Квинт СИ», реализующие подсистему проектирования, это программные компоненты «Пилон» и «Графит».

### Библиографический список

1. **Тверской Ю. С., Никоноров А. Н.** Направления развития тренажёростроения в энергетике // Тез. докл. IV Рос. науч.-практ. конф. «Повышение эффективности теплоэнергетического оборудования» / Под ред. А. В. Мошкарina. – Иваново: Изд. ИГЭУ, 2005. – С. 195-197.
2. **Рабенко В. С.** Компьютерные тренажеры как средство повышения качества профессиональной подготовленности операторов. / Вестник ИГЭУ. Выпуск 2. – 2004 г.

*Д. В. Лаврентичев, студент 5-43,  
рук. Ю. С. Тверской, д.т.н., проф.*

## **РАЗРАБОТКА АСУТП ПАРОГЕНЕРАТОРА ЭНЕРГОБЛОКА АЭС**

### **Актуальность работы**

Реконструкция оборудования идет непрерывно, но нельзя решить задачу повышения качества регулирования только мероприятиями по реконструкции. Поэтому нужно искать другие пути решения задачи. К тому же остается открытым вопрос о представительности сигналов, участвующих в регулировании. Сделать выводы по решению данного вопроса возможно с помощью обобщенного термодинамического анализа.

Цель работы: разработка АСУТП парогенератора (ПГ) с использованием теории обобщенного термодинамического анализа.

Задачи работы:

- анализ АСУТП первого контура АЭС;
- развитие методов обобщенного термодинамического анализа для решения проблемы стабилизации уровня пароводяной смеси в парогенераторе;
- разработка и исследование нелинейной математической модели первого контура энергоблока АЭС;
- анализ и разработка системы автоматического регулирования подачи питательной воды в парогенератор;
- оценка адекватности разработанной системы управления регулированием подачи питательной воды в парогенератор.

В результате анализа технических решений и отчетов о модернизации АСУТП парогенераторов установлено, что решить вопрос о представительности сигналов, участвующих в регулировании, возможно с помощью обобщенного термодинамического анализа.

Также были определены основные системы, реализующие технологический процесс первого контура энергоблока АЭС:

- главный циркуляционный контур;
- система компенсации давления;
- система продувки-подпитки.

В результате обобщенного термодинамического анализа парогенератора было определено 16 процессов (обобщенных работ). Обобщенная работа представляет собой произведение обобщенного потенциала на изменение обобщенного заряда. Обобщенный заряд (обобщенная координата) представляет собой количественную меру состояния и переноса, то есть им определяется все особенности процесса взаимодействия системы и



окружающей среды, при котором происходит перенос заряда через контрольную поверхность, а также состояние системы. Обобщенными зарядами являются объем, масса, энтропия и т.д.

Перенос обобщенных зарядов происходит под действием обобщенных потенциалов (температура, давление, химический потенциал, электрический потенциал и т.д.).

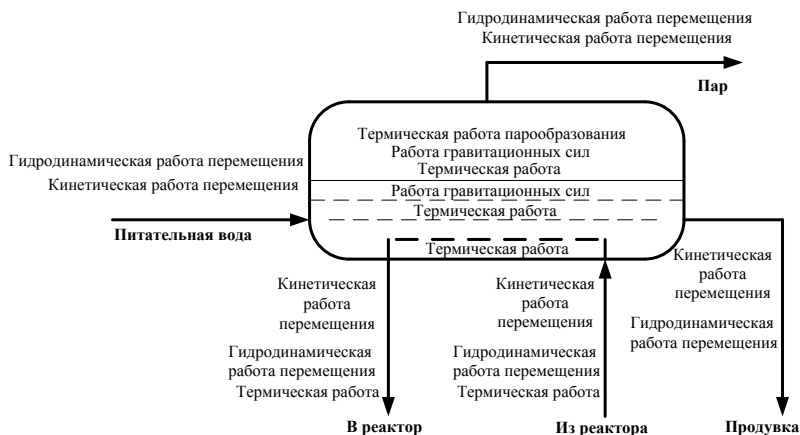


Рис. 1. Принципиальная схема парогенератора с результатом обобщенного термодинамического анализа

В регуляторе подачи питательной воды в парогенератор будут использованы следующие обобщенные работы:

- кинетическая работа перемещения подпиточной воды;
- кинетическая работа перемещения пара;
- работа гравитационных сил для воды второго контура в ПГ;
- термическая работа теплоносителя горячей нитки;
- термическая работа теплоносителя холодной нитки.

Для проверки представительности полученных сигналов (обобщенных координат) была разработана нелинейная математическая модель первого контура энергоблока АЭС. Затем была разработана имитационная модель. Было проведено исследование динамических свойств модели и ее настройка на номинальный режим. В качестве исходной для настройки модели была выбрана каскадная схема регулирования подачи питательной воды в парогенератор для поддержания баланса в системе.

Исходная схема регулирования была преобразована путем замены участвующих в ней сигналов на полученные в результате обобщенного термодинамического анализа обобщенные координаты. В ходе анализа

полученной системы автоматического регулирования подачи питательной воды в парогенератор был получен следующий результат:

- регулируемый параметр (уровень пароводяной смеси в ПГ) приходит к установившемуся значению при возмущении расходом пара, при возмущении расходом питательной воды и при возмущении по каналу задания;
- соответствующая уровню пароводяной смеси в ПГ координата повторяет характер изменения данного параметра и отличается только лишь своим значением.

Для достижения в данной работе поставленной цели остается решить следующие задачи:

- сравнительный анализ исходной и полученной в результате обобщенного термодинамического анализа схем регулирования;
- оценка адекватности разработанной системы управления регулированием подачи питательной воды в парогенератор.

#### **Библиографический список**

1. Демченко В. А. Автоматизация и моделирование технологических процессов АЭС и ТЭС. Одесса «Астропринт», 2001 г.
2. Демин А. М. Основы проектирования АСУТП АЭС: Методические указания / Ивановский энергетический университет. – Иваново, 2011. – 89 с.
3. Вейник А.И. Термодинамика необратимых процессов. – Минск: «Наука и техника», 360 с.: ил.
4. Воронов В.Н. Химико-технологические режимы АЭС с водо-водяными энергетическими реакторами: учебное пособие для вузов / В.Н. Воронов, Б.М. Ларин, В.А. Сенина. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 390 с.: ил.
5. Инструкция по эксплуатации реакторной установки энергоблока №3. 03.УС.ПЭ.0001.42. 2007 г.

Инструкция по эксплуатации парогенераторов. 03.УВ.ПЭ.0010.42. 2010

*А. А. Морозов, студент 5-43,  
рук. Давыдов В. В., к.т.н. доцент*

## **АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЖИЛОГО ПОМЕЩЕНИЯ С ОТОПИТЕЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ.**

Анализируя динамические характеристики помещения можно прогнозировать реакцию температуры в этом помещении на то или иное возмущения (например, изменение расхода греющего теплоносителя). Динамические характеристики можно получить путем проведения

эксперимента (когда наносится возмущение и снимаются показания по реакции на него), второй способ – моделирование. Моделирование используется в случаях когда проведение эксперимента нежелательно или невозможно по тем или иным причинам. В настоящее время эта проблема является весьма актуальной, так как проведение эксперимента часто бывает технически сложно осуществимо или нецелесообразно (например, по экономическим причинам); тогда как получение динамических характеристик необходимо для разработки и реализации локальных систем управления температурой воздуха в помещении, которые могут способствовать более комфортным условиям в данном помещении и положительному экономическому эффекту (более рациональный расход греющего теплоносителя).

Краткое описание одного из способов моделирования (метод RC-цепочек) приведено ниже:



Рис. 1. Схема, описывающая теплообмен.

$$W_{cm} = \frac{K_1}{T_1 p + 1} \cdot \frac{K_2}{T_2 p + 1} \cdot \frac{K_3}{T_3 p + 1} = \frac{K}{(T_1 p + 1) \cdot (T_2 p + 1) \cdot (T_3 p + 1)}$$

$$W_n = \frac{K_n}{T_n p + 1}$$

$T_n = R_n \cdot C_n$ , где  $R_n$  – тепловое сопротивление радиатора;  $C_n$  – тепловая емкость радиатора

$K_n$  – коэффициент теплопередачи на внутренней поверхности радиатора.

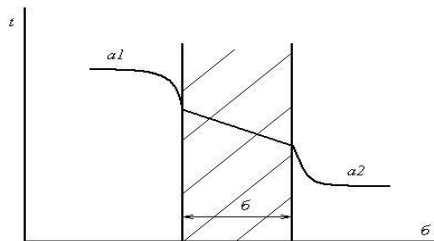


Рис. 2. Теплообмен на внутренней поверхности радиатора.

Сравним графики, построенные по найденным выражениям с реальным графиком изменения температуры помещения:

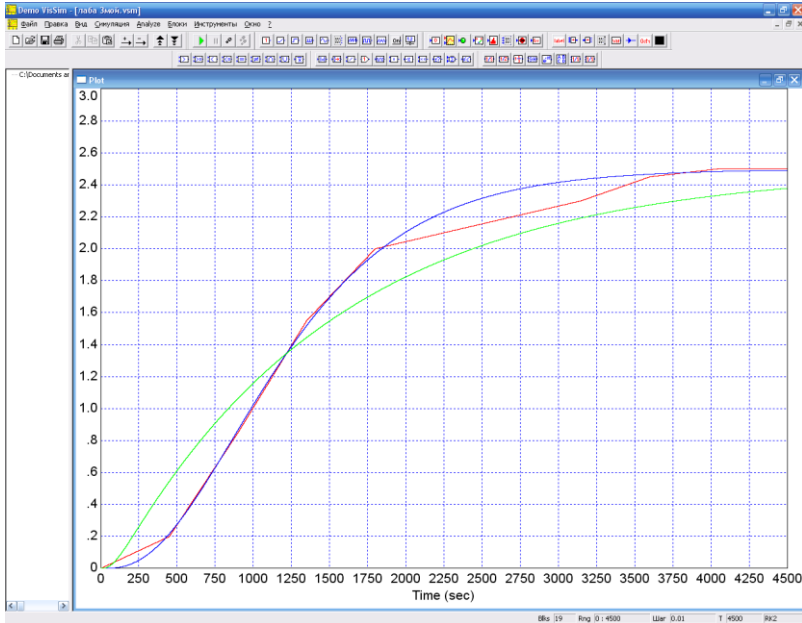


Рис. 3. Сравнение реальной линии с полученными аналитически и экспериментально.

Таким образом можно получить передаточные функции, описывающие изменение температуры воздуха в помещении не прибегая к проведению эксперимента и получить результаты, достаточно близкие к реальной динамике изменения температуры при определенном возмущении.

#### Библиографический список

1. М. А. Михеев, И. М. Михеев «Основы теплопередачи» М.: «Энергия», 1997 г., 344 с.
2. Г. П. Плетнев «Автоматическое регулирование и защита теплоэнергетических установок электрических станций». М.: «Энергия», 1976 г., 424 с.
3. А. П. Сафонов «Автоматизация систем централизованного теплоснабжения» М.: «Энергия», 1974 г., 270 с.
4. Управление и информатика в технических системах под. ред. Ю. С. Тверского. И.: 2008 г., 148 с.
5. В. Я. Ротач «Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами» М.: «Энергоатомиздат», 1985 г.

*К. А. Назарова, студентка 5-43,  
рук. А.Н. Никоноров, ст.преподаватель.*

## **РАЗРАБОТКА АСУТП ПРЯМОТОЧНОГО КОТЛА**

Цель работы: Модернизация устаревшей АСУТП прямоточного котла

Задачи работы:

- анализ АСУТП;
- разработка технического задания;
- выбор новых схем регулирования;
- расчет выбранных схем и сравнение их работы с существующими на станции;
- оценка адекватности разработанной системы управления.

### **Объект исследования:**

Костромская ГРЭС — тепловая электростанция, расположена в Волгореченске Костромской области, на правом берегу Волги. Входит в состав Оптовой генерирующей компании № 3 с 2006 года, по оценке ОАО «ОГК-3» это самая крупная и экономичная тепловая электростанция компании. С вводом в эксплуатацию в 1980 году третьей очереди установленная мощность ГРЭС достигла 3 600 МВт. Электроэнергия Костромской ГРЭС поставляется в 40 регионов России и в страны ближнего зарубежья. Станция является пионером в освоении отечественных энергоблоков 300 МВт и энергоблока с уникальной одновальной турбиной (моноблок) мощностью 1200 МВт, прямоточный котел которой и является объектом исследования.

Однокорпусный прямоточный котёл ПП-3950 (модель ТГМП-1202) ТКЗ паропроизводительностью 3950 т/ч устанавливаемый в блоке с одновальной турбиной К-1200-240 ЛМЗ, рассчитан на сверхкритические параметры пара с одним промежуточным перегревом, выполнен по П-образной схеме и предназначен для работы на высокосернистом мазуте и природном газе (резервное топливо) под наддувом.

Разработка РІ-диаграммы (три тракта: водопаровой, топливный, газоздушный).

- Разработка производилась с помощью чертежей и перечня точек контроля данного котла, которые были рассмотрены на станции во время преддипломной практики.

- Схематичное изображение горелок: на чертеже одна, на котле 56 горелок.

Разработка информационно-функциональной схемы.

- Выделено 4 регулятора (регулятор впрыска 1, регулятор впрыска 2, регулятор питания, регулятор тепловой нагрузки), работа с которыми будет производиться далее.
- Указаны прописанные ранее в ТЗ блокировки, сигнализации, дистанционное управление.
- У каждого параметра указаны необходимые значения для срабатывания сигнализации, точная задержка по времени (если требуется), название исполнительного механизма.
- Для обозначения используется система KKS.

### Расчетная схема регулирования температуры перегретого пара.

Инерционность пароперегревателя как объекта регулирования температуры перегрева во многом определяется расположением пароохладителя в схеме пароперегревателя. Для облегчения условий регулирования следовало бы установить пароохладители за последней ступенью поверхности пароперегревателя. Однако такая схема не защищает пароперегреватель от перегрева и исключает возможность поддержания температуры на максимально допустимом по условиям работы металла пределе, поэтому она практически не применяется. Оптимальные условия регулирования перегрева пара достигаются при установке пароохладителя между двумя ступенями пароперегревателя (в рассечку). Температура пара должна быть снижена в пароохладителе на столько, чтобы на выходе из последней ступени температура поддерживалась на максимально допустимом пределе.

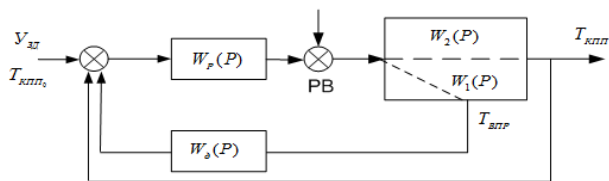


Рис. 1. Схема регулирования температуры перегретого пара.

Автоматический регулятор температуры пара получает основной сигнал по температуре пара за второй ступенью пароперегревателя  $\Theta''_к$ . В качестве датчика температуры используется хромель-копелевая термопара с диапазоном измерения от  $-200$  до  $600^\circ\text{C}$ . Основной сигнал сравнивается с сигналом от задатчика и обеспечивает требуемую точность регулирования. По этому каналу регулятор реализует ПИ – закон регулирования. Ввиду значительной инерционности пароперегревателя при изменении расхода воды на впрыск, предусмотрен дополнительный сигнал по температуре пара за впрыскивающим пароохладителем  $\Theta''_{впр}$ . При наличии этого сигнала

регулятор начнет изменять расход воды на впрыск в пароперегреватель, когда температура пара на его выходе еще не изменилась. Введение этого дополнительного сигнала значительно улучшает качество регулирования температуры пара. Дополнительный сигнал по температуре пара за пароохладителем подается на регулятор через дифференциатор, который вырабатывает сигнал, примерно пропорциональный скорости изменения температуры за пароохладителем. Применение дифференциатора необходимо для устранения остаточной неравномерности, вводимой сигналом от дополнительной термопары, установленной за пароохладителем. Ввиду применения дифференциатора, дополнительный сигнал от термопары, установленной за пароохладителем, подается на регулятор только в переходных режимах, связанных с изменением расхода воды на впрыск. К недостаткам схемы можно отнести сложность в настройке.

### Регулирование тепловой нагрузки и питания котла.

Регулирование тепловой нагрузки, характеризуемой давлением и расходом пара, требует совместного и согласованного изменения расхода топлива  $V_T$  и питательной воды  $G_{пв}$ . В свою очередь температурный режим первичного тракта, характеризуемый температурой пара в промежуточной точке тракта до первого впрыска  $t_{пр}$ , зависит от соотношения расходов воды и топлива, влиять на него также можно посредством любого из этих регулирующих воздействий. Поэтому АСР подачи топлива и питательной воды для прямоточных котлов следует рассматривать совместно.

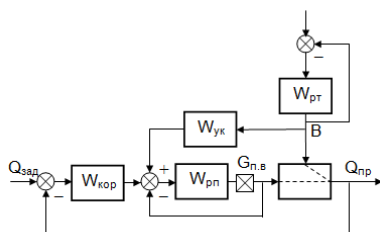


Рис.2. Схема регулирования тепловой нагрузки и питания котла

### Библиографический список

1. Плетнев Г. П. Автоматизированное управление объектами тепловых электростанций: учеб. пос. для вузов. – М.: Энергоиздат, 1981. – 368 с.

*М.А. Румянцева, студентка 4-43,  
рук. А.Н. Никоноров, ст. преподаватель*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ УПРАВЛЕНИЯ**

Важной задачей при разработке моделей технологических объектов является необходимость учета влияния действующих на объект случайных возмущений для того чтобы в полной мере отобразить свойства моделируемого объекта.

В работе исследованы характеристики исходного случайного процесса (расхода питательной воды перед экономайзером, КГРЭС) и получены модели случайных процессов (СП) с помощью алгоритмов генерации случайных возмущений, а именно интерполяционного, рекуррентного и алгоритма Пугачева.

Идентификация исходного случайного процесса возмущений (рис. 1) представляет собой оценку его характеристик для возможности сравнения полученных моделей с результатами реального процесса.

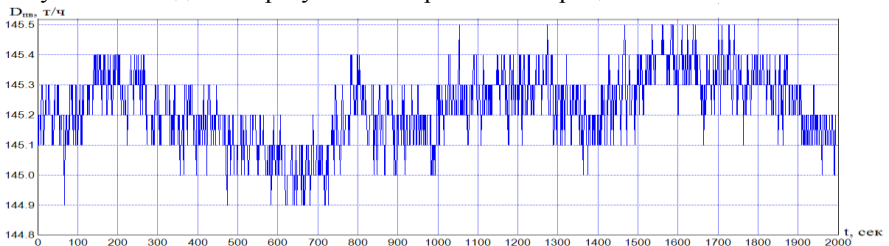


Рис. 1. График исходного процесса (расход питательной воды перед экономайзером, КГРЭС) Характеристиками СП являются математическое ожидание реализации процесса, математическое ожидание случайного шума, дисперсия СП.

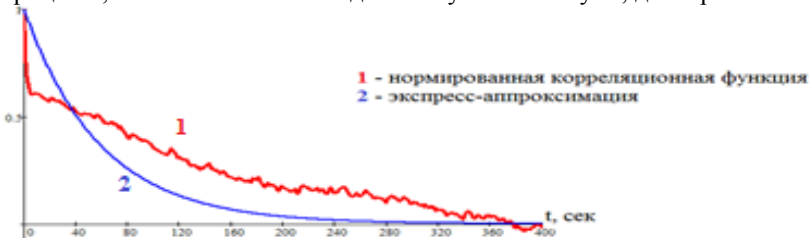


Рис. 2. Экспресс-аппроксимация нормированной корреляционной функции исходного СП



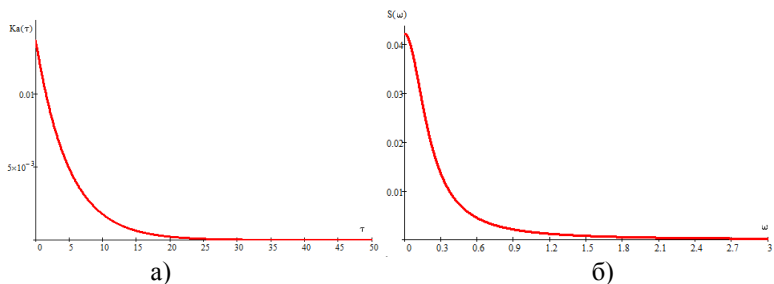


Рис. 3. График аппроксимирующей корреляционной функции (а) и спектральной плотности (б)  
 На рис. 2, 3 представлены графики экспресс-аппроксимирующей корреляционной функции исходного СП, аппроксимирующей корреляционной функции и спектральной плотности, что также относится к характеристикам СП.

В данной работе моделирование проводилось тремя алгоритмами генерации СП, такими как интерполяционный, работающий по принципу интерполяции участков выходного процесса, рекуррентный, реализующий марковский процесс, и алгоритм Пугачева, позволяющий генерировать СП с заданной спектральной плотностью [1,3].

Для представления наглядности полученных результатов по реализациям данных алгоритмов было необходимо приведение к нулю исходного графика случайного процесса, который показан на рис. 5.

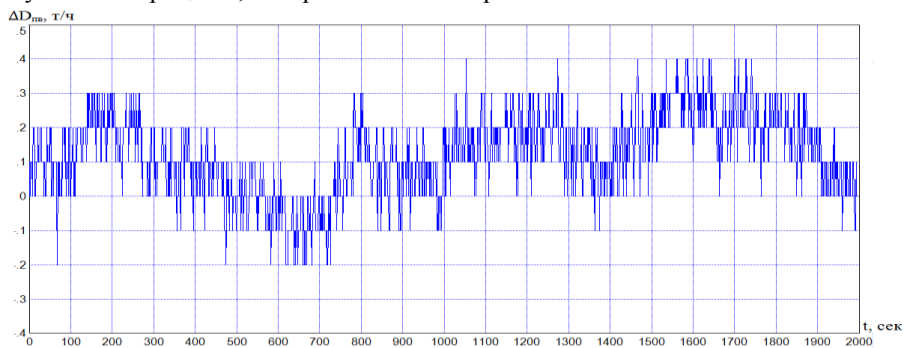


Рис. 5. График исходного процесса, приведенный к нулю

В результате моделирования случайного процесса, приведенного к нулю рассмотренных алгоритмов генерации получены реализации случайных возмущений, которые представлены на рис. 6.

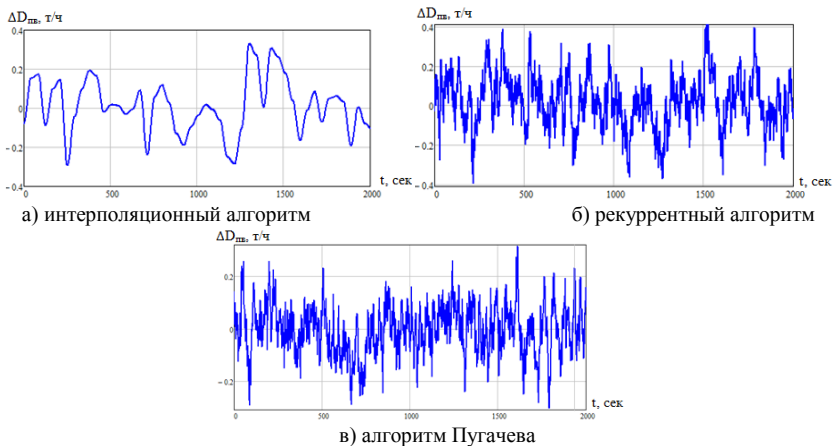


Рис. 6. Графики реализаций случайных возмущений, полученные с помощью алгоритмов генерации СП

В результате оценили корректность реализаций путем сравнения найденных характеристик исходного случайного процесса и смоделированных алгоритмами генерации СП. В таблице 1 приведены результаты исследований.

Табл. 1. Сводная таблица полученных результатов

	Исходный СП	Интерполяционный алгоритм	Рекуррентный алгоритм	Алгоритм Пугачева
Мат. ожидание СП, $m_d$	0,00229	0,01167	0,01939	-0,00488
Дисперсия СП, $D_d$	0,013623	0,01793	0,01784	0,00899
Время корреляции, $\tau_{кор}$ (с)	328	75	47	133

По полученным результатам можно провести анализ и сделать вывод, что более точным является алгоритм Пугачева, так как характеристики, найденные этим методом, наиболее близки к значениям исходного СП.

#### Библиографический список

1. **Пугачев В.С.** Теория случайных функций и ее применение к задачам автоматического управления. М.: Физматлит, 1962. 883 с.
2. **Расщепляев Ю.С., Фандиенко В.И.** Синтез моделей случайных процессов для исследования АСУ. М.: Энергия. 1981. – 144 с.
3. **Никоноров А.Н., Пронин Д.А.** Исследование алгоритмов генерации случайных процессов возмущений, действующих на технологический объект управления. Сб. науч. трудов Междунар. науч.-техн. конф. «Состояние и перспективы развития электротехнологии» (XVI Бернардосовские чтения). Иваново, изд. ИГЭУ. 2011, в 4х т-Т2, Теплоэнергетика, с. 281-284.

*П.Н. Смирнов, студент 5-43,  
рук. Е.Д. Маршалов, ст. преподаватель*

## **«РАЗРАБОТКА АСУТП БЛОКА МОЩНОСТЬЮ 225 МВт»**

Проектирование выполняется аналогично процессу создания реальных АСУТП и включает в себя следующие стадии: начальная стадия (анализ энергоблока Черепетской ГРЭС, как технологического объекта управления, разработка технического задания, разработка PI-диаграммы), функциональное проектирование (алгоритмический синтез проектируемой АСУТП), конструкторское проектирование (получение проектной документации в среде SmartPlant Enterprise).

В данный момент ведутся работы по строительству двух пылеугольных энергоблоков №8 и №9 установленной электрической мощностью 225 МВт и установленной тепловой мощностью 65 Гкал/ч каждый.

Основное энергетическое оборудование:

- Паровой котел Еп-630-13,8-565/570 номинальной производительностью 630 т/ч предназначен для производства перегретого пара высокого давления и выполняется для применения в паротурбинном энергоблоке мощностью 225 МВт для факельного (камерного) сжигания основного вида топлива каменного угля Кузнецкого.
- Стационарная конденсационная паровая турбина К-225-12,8-4Р с номинальной мощностью турбины в конденсационном режиме (без дополнительных отборов пара) 225,0 МВт.

Разрабатывается АСУТП системы пароперегревателей с впрыскивающими пароохладителями, которая предназначена для поддержания заданного температурного режима в паровом тракте котла. Температура перегретого пара относится важнейшим параметрам, определяющим экономичность работы паровой турбины и энергоблока в целом.

Будет производиться сравнение двух схем регулирования температуры перегретого пара: каскадной и двухконтурной с дифференциатором.

С помощью программного пакета SmartPlant Enterprise будет получен полный комплект проектной документации для проектируемой АСУТП:

1. P&I диаграмма.
2. Перечень контуров.
3. Перечень приборов.
4. Листы спецификаций приборов.
5. Листы технологических данных приборов.
6. Листы технологических данных трубопроводов.
7. Перечень запорной и регулирующей арматуры.

8. Электроприводы арматуры. Схемы электрические принципиальные.
9. Местные приборы и датчики. Схемы монтажные.
10. Электроприводы арматуры. Схемы монтажные.
11. Схемы трубных и кабельных соединений.
  - 11.1. Спецификация на монтажные изделия.
  - 11.2. Перечень соединительных коробок.
  - 11.3. Распределение датчиков по соединительным коробкам.
  - 11.4. Перечень датчиков, установленных по месту.
  - 11.5. Перечень стендов.
  - 11.6. Распределение датчиков по стендам.
  - 11.7. Схема кабельных соединений.
12. Щит энергоснабжения приводов запорной и регулирующей арматуры.
  - 12.1. Схема заполнения.
  - 12.2. Схема однолинейная.
13. Щит энергоснабжения приводов запорной и регулирующей арматуры. Схемы подключения кабелей и проводов.
14. Кабельные журналы.
15. База данных ПТК. (Перечень сигналов).

*Д. А. Соловьева, П. А. Белянкин, студенты 5-43,  
рук. А.В. Голубев, к.т.н., доцент.*

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПУСКА БЛОКА**

Автоматический пуск блока - совокупность автоматических дискретных операций по управлению состоянием запорной арматуры (открыть, закрыть) и оборудования (включить, отключить, остановить), совершаемых в строгой последовательности, и непрерывных технологических процессов, управляемых с помощью АСР. В связи с этим, разработка технологических основ автоматизации пуска включает в себя исследования и анализ объекта управления и его рабочих процессов, формулировку задач управления, реконструкцию объекта для реализации поставленных задач, построение математических моделей объекта автоматизации и исследование его динамических характеристик.

### **1. Разработка математической модели проточной части турбины**

Математическая модель основывается на представлении проточной части турбины как последовательности паровых объемов или камер, разделенных сопротивлениями. При этом в качестве сопротивлений в большинстве случаев выступают отдельные ступени турбины, объединенные в отсеки или

блоки с постоянным расходом пара. Соединения этих отсеков образуют узлы. Границами отсеков являются паровые объемы.

Таким образом, была разработана общая структура проточной части турбины. Турбина имеет 7 нерегулируемых и 2 регулируемых отбора пара, предназначенных для подогрева питательной воды в подогревателях низкого и высокого давления, подогрева сетевой воды в бойлерах и для питания приводной турбины главного питательного насоса.

Модель предполагает, что основные массы металла сосредоточены в окрестностях рассматриваемых камер с объемами  $V_i$ , т.е. теплообмен между рабочим телом и металлом приведен к паровому объему. Тепловой процесс в  $i$ -м паровом объеме представляется следующим образом: пар из предыдущего  $i-1$  узла с давлением  $p_{i-1}$  и температурой  $T_{i-1}$  проходит через группу ступеней в рассматриваемый паровой объем. Затем в этом объеме происходит теплообмен между паром и металлом и отвод пара в отбор и последующий отсек турбины.

Согласно рис. 1, в  $i$ -й объем за единицу времени поступает масса пара  $G_{i-1}$  из предшествующего отсека турбины. Из объема одна часть пара (расход  $G_i$ ) направляется в последующий блок ступеней, а другая (расход  $G_{от,i}$ ) - в подключенный к объему регенеративный подогреватель.

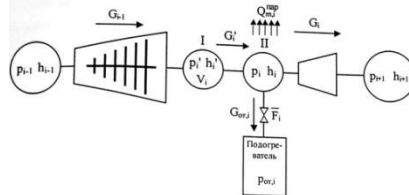


Рис. 1 Расчетная схема промежуточного объема

Математическая модель турбоустановки включает: модель парового тракта турбины, обеспечивающую расчет параметров пара за группой ступеней турбины и расходов пара в каждом отсеке; математическую модель динамики ротора турбоагрегата, обеспечивающую расчет частоты вращения ротора и электрической мощности на клеммах турбогенератора; математическую модель динамики температур ротора и статора при прогреве турбины.

## 2. Система уравнений, описывающих процессы в паровых объемах

Полученная система уравнений описывает процессы, протекающие во внутренних паровых камерах трактов ЦВД и ЦСД+ЦНД, в переходных и нестационарных режимах работы.

$$\left\{ \begin{array}{l}
 G_i = \gamma_i \cdot \sqrt{\frac{p_i^2 - p_i'^2}{p_i v_i}}; \\
 h_i' = h_i - (h_i - h_i'(p_i, s_i)) \eta_i; \\
 \frac{d\bar{t}_{pomi}}{d\tau} = K_{m,pomi} (G_i)^{0,8} (t_i - \bar{t}_{pomi}); \\
 \frac{d\bar{t}_{cmi}}{d\tau} = K_{m,cmi} (G_i)^{0,8} (t_i - \bar{t}_{cmi}) - K_{mi}^{воз} (\bar{t}_{cmi} - t_{воз}); \\
 Q_{mi}^{nap} = [K_{\alpha,cmi} (t_i - \bar{t}_{cmi}) + K_{\alpha,pomi} (t_i - \bar{t}_{pomi})] G_i^{0,8}; \\
 \frac{V_i}{v_i} \beta_{pi} \frac{dp_i'}{d\tau} = G_i - G_{ombi} - G_{1+1}; \\
 h_i = h_i' - \frac{Q_{mi}^{nap}}{G_i}; \\
 G_{otbi} = \gamma \cdot \sqrt{ro' \cdot (p_i^2 - p_{otbi}^2)}.
 \end{array} \right.$$

Здесь  $h$  – энтальпия,  $p$  – энтропия,  $\eta$  – КПД ступени,  $V$  – объем паровой камеры,  $v$  – удельный объем,  $\beta$  – коэффициент сжимаемости,  $G$  – массовый расход среды,  $Q$  – теплосодержание,  $k$  – показатель изэнтропы,  $\gamma$  – конструктивная характеристика блока ступеней,  $K_{\alpha,ст}$ ,  $K_{m,ст}$ ,  $K_{\alpha,рот}$ ,  $K_{m,рот}$ ,  $K_{m,воз}$  – константы для каждого блока ступеней,  $t_{ст}$ ,  $t_{рот}$ ,  $t_{воз}$  – температуры статора, ротора и воздуха.

Полученные результаты говорят о возможности автоматизации основных пусковых операций, что позволяет снизить затраты ресурсов, а также повысить эффективность пусковых операций и срок службы основного оборудования.

### 3. Анализ пуска котла ТПШ-210А

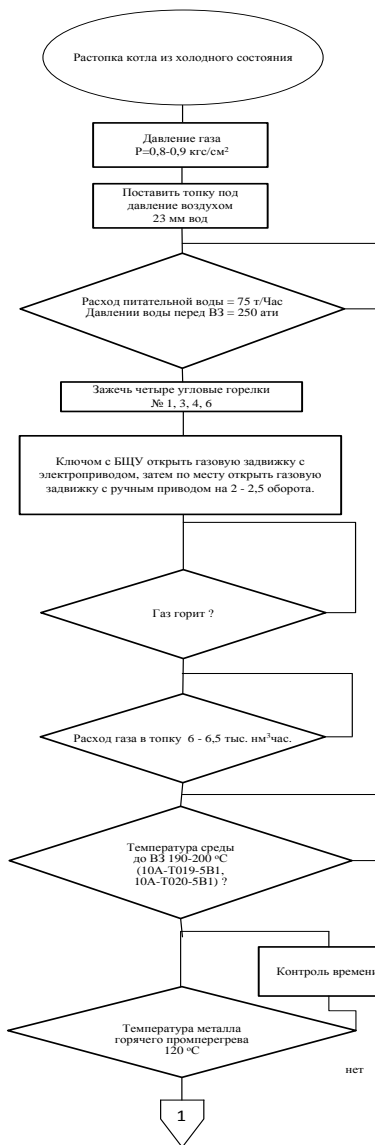
Подготовить корпус и оборудование для растопки.(часть)

1. Установить давление газа в пределах нормы  $P=0,8 \pm 0,9$  кгс/см<sup>2</sup>. Проверить достаточность давления воздуха, при необходимости отрегулировать тягу-дутье. При зажигании горелок в топку должно подаваться оптимальное количество воздуха, обеспечивающее полное сгорание газа и исключаящее отрыв пламени от устья горелок.
2. Проверить готовность к работе ЗСУ-П (операции по подготовке к работе системы ЗСУ-П и включение ее в работу описаны в отдельной инструкции).

3. Проверить готовность к работе ручного запальника (факела) в случае ручного розжига корпуса
4. Поставить топку под давление воздухом  $2\div 3$  мм вод ст и взять анализ воздуха сверху топки с двух сторон под потолком. Взятие анализа должно проводиться не более чем за 5 минут перед розжигом горелок.
5. При устойчивом расходе питательной воды по ниткам “А” и “Б” по 75 т/час по растопочным водомерам и давлении воды перед ВЗ на уровне 250 ати поочередно зажечь четыре угловые горелки № 1, 3, 4, 6
6. При температуре среды перед ВЗ 190 - 200°С приступить к прогреву системы промперегрева и ЦВД турбины паром из расширителя
7. После повышения температуры металла паропроводов горячего промперегрева до 120°С в течении  $10 \div 15$  минут поднять давление пара в системе промперегрева до  $8\div 10$  кгс/см<sup>2</sup>, прикрывая задвижку Р-11 (Р-12) до ее полного закрытия

#### **4. Часть блок-схемы пуска.**

На блок-схеме представленной ниже можно увидеть сложность пуска котла из холодного состояния. Автоматизировав процессы пуска можно свести лишнюю затрату топлива и человеческие ошибки к минимуму, тем самым увеличив прибыль и уменьшив износ оборудования.





*И.М. Чикунов, студент 5-43,*

*рук. Е.Д.Маршалов, ст. преподаватель*

## **«РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА АСУТП ЭНЕРГОБЛОКА ЧЕРЕПЕТСКОЙ ГРЭС»**

Проектирование выполняется аналогично процессу создания реальных АСУТП и включает в себя следующие стадии: начальная стадия(анализ энергоблока Черепетской ГРЭС, как технологического объекта управления, разработка технического задания, разработка PI-диаграммы), функциональное проектирование (алгоритмический синтез проектируемой АСУТП), конструкторское проектирование (технология создания проектных документов в среде SmartPlantEnterprise).

Черепетская ГРЭС является первой в Европе мощной паротурбинной электростанцией сверхвысокого давления. Первая очередь станции была введена в эксплуатацию в 1953 году. В настоящее время на Черепетской ГРЭС работают 7 энергоблоков установленной мощностью 1425 МВт: 4 блока по 140 МВт – I очередь станции; 3 блока сверх критического давления – 2x300 МВт и 1x265 МВт – II очередь. В данный момент ведутся работы по строительству двух пылеугольных энергоблоков №8 и №9 установленной электрической мощностью 225 МВт и установленной тепловой мощностью 65 Гкал/ч каждый.

Паровой котел Еп-630-13,8-565/570 номинальной производительностью 630 т/ч предназначен для производства перегретого пара высокого давления и выполняется для применения в паротурбинном энергоблоке мощностью 225 МВт для факельного (камерного) сжигания основного вида топлива каменного угля Кузнецкого.

Стационарная конденсационная паровая турбина К-225-12,8-4Р с номинальной мощностью турбины в конденсационном режиме (без дополнительных отборов пара) 225,0 МВт.

Схема регенерации паровой турбины состоит из следующего оборудования:

- три подогревателя высокого давления (ПВД);
- деаэрагор;
- четыре подогревателя низкого давления (ПНД), из которых ПНД № 1 – располагается над конденсатором, ПНД № 2 – смешивающего типа;
- конденсатор пара уплотнений турбины (КПУ).

На разработку АСУТП взята система питательной воды, которая должна обеспечивать надежную работу блока в период пуска блока, прогрева

элементов пусковой схемы; надежную работу блока во всем диапазоне допустимых нагрузок энергоблока; при сбросах нагрузки и останове блока. Система питательной воды предназначена для:

- удаления из основного конденсата коррозионно-активных газов;
- создание рабочего запаса питательной воды в деаэраторе для поддержания работы котла при прекращении подпитки цикла и др., а также для компенсации небаланса между расходами питательной воды и основного конденсата турбины;

Основными элементами системы питательной воды являются:

- деаэратор повышенного давления с подводом пара к раздающим коллекторам под уровень воды, включающий в себя встроенный охладитель выпара;
- питательные насосы «А», «Б» (ПЭН «А», «Б»), типа ПЭ 720-185-4 .

На блок устанавливается один деаэратор номинальной производительностью по деаэрированной воде до 675 т/ч с баком, геометрический объем которого составляет 100 м<sup>3</sup>.

Деаэратор работает на скользящем давлении. В эксплуатационных режимах в деаэратор поступает пар от четвертого отбора турбины и выпар из расширителя непрерывной продувки барабана котла. При пуске блока (до нагрузки ~ 30 % номинальной), а также при сбросах нагрузки деаэратор питается паром от коллектора собственных нужд с параметрами 1.3 МПа (и), 300°С. На линии подвода пара от коллектора собственных нужд устанавливаются параллельно два регулирующих клапана, обеспечивающих поддержание давления в деаэраторе при пусках блока и сбросах нагрузки. Для обеспечения предпусковой деаэрации питательной воды в деаэраторном баке перед заполнением котла предусмотрен подвод греющего пара из коллектора собственных нужд в барботажное устройство деаэраторного бака. Для обеспечения надежной работы питательных насосов с малыми расходами питательной воды предусмотрена линия рециркуляции в деаэратор.

Расчётные величины расходов и параметров отборов пара на регенерацию для режима номинальной мощности при номинальных параметрах, полностью включённой системе регенерации и отсутствии дополнительных отборов пара, приведены в таблице 1.

**Таблица 1.**

Потребитель пара	Параметры пара в камере отбора		Массовый расход отбираемого пара из турбины, т/ч
	абсолютное давление, кгс/см <sup>2</sup>	температура, °С (относительная влажность, %)	
Деаэратор	8,17	390,5	25,88+2,21



Табл.2

$W_1$	Положение рег. Клапана 80LCA70AA001- Расход основного конденсата 80LCA70CF001
$W_2$	Положение рег. Клапана 80LCA70AA001- Уровень в деаэраторе 80LAA10CL001
$W_3$	Давление пара в деаэраторе 80LBG42CP001 - Уровень в деаэраторе 80LAA10CL001
$W_p$	ПИ-регулятор
$W_{кор}$	П-регулятор
$W_{ук}$	РД-звено

SmartPlant Enterprise — это фундамент, на котором базируются решения для эксплуатирующих организаций и который обеспечивает поддержку основных бизнес-процессов, характерных для всего жизненного цикла проекта.

В SmartPlant Enterprise входят следующие САПР:

- SmartPlant P&ID (создание функционально-технологических схем трубопроводов и приборов КИП);
- SmartPlant Instrumentation (проектирование приборов автоматизации и контуров управления);
- SmartPlant Electrical (проектирование и поддержка электрических распределительных
- SmartPlant Foundation(управления информационными потоками)

Кратко рассмотрим процесс проектирования с использованием SmartPlant Enterprise.

SmartPlant P&ID — представляет собой ориентированное на активы, определяемое правилами решение для автоматизированного проектирования, позволяющее эффективно создавать и совершенствовать конфигурации предприятий. Программный продукт SmartPlant P&ID помогает проектировать и конфигурировать производственные процессы, используя правила проектирования, обеспечивая таким образом соблюдение инженерных стандартов и стандартов предприятия. SmartPlant P&ID позволяет безошибочно проектировать объект и принимать правильные решения на ранних стадиях проектирования, повышая эффективность проектирования, а именно при проектировании трубопроводов и разработке систем управления. SmartPlant P&ID играет ключевую роль в проектировании, строительстве, пуско-наладочных работах и эксплуатации и позволяет владельцам предприятий улучшить процесс планирования технического обслуживания, оперативных задач, а также осуществлять расширение производственных мощностей и модернизацию систем.

SmartPlant Instrumentation - ведущее в отрасли решение для проектирования контрольно-измерительных приборов и автоматики, которое обеспечивает эффективное и качественное выполнение проектов компаниями EPC. Операторы заказчика могут снижать эксплуатационные риски, повышая эффективность управления статистическими данными по контрольно-измерительным приборам, автоматике и системам управления, а также эффективность хранения данных. SmartPlant Instrumentation — единый источник доступных и обновляемых данных о КИПиА. Программа обеспечивает согласованность данных и отчетов о системах КИПиА, которые автоматически выводятся как наглядное представление данных проектирования. Программное обеспечение быстро выдает точные данные и тем самым выполняет свои функции.

SmartPlant Electrical компании Intergraph позволяет повысить качество, надежность и производительность при проектировании, строительстве, эксплуатации и техобслуживании электрических сетей. детального проектирования шкафов и подключений кабелей в новом модуле, раскладка кабелей.

SmartPlant Foundation предоставляет пользователям и приложениям постоянный коллективный доступ к достоверным, согласованным и качественным техническим данным. Непротиворечивые и высокоточные исходные данные технического проектирования подразделяются на три группы:

- информация о реальных активах (что имеется в наличии);
- логическая и функциональная информация (что планировалось иметь в наличии);
- обязательные нормативные требования и требования безопасности (что требуется иметь в наличии).

Эти группы составляют основной принцип целостности технического проектирования и конструирования.

Технология создания P&ID состоит из следующих пунктов:

- 1) Изображение технологического оборудования автоматизируемого объекта;
- 2) Изображение коммуникаций (трубопроводы, газоходы, воздухопроводы) автоматизируемого объекта;
- 3) Изображение контуров контроля, регулирования и управления;
- 4) Документирование.

В SmartPlant Instrumentation на основе технологических схем, выполненных в P&ID и опубликованных в SmartPlant Enterprise, создаются приборы КИПиА, контуры управления и сигналы в контуре управления. Затем данные снова передаются в P&ID для создания функциональной схемы. Помимо этого проектируются кабели, клеммники и шкафы с их подключениями – с учетом

сигналов, а также шкафы управления, платы, слоты и каналы, осуществляются кроссировка в шкафах и ассоциация сигналов с каналами. Производятся генерация схем подключения и формирование документации.

## **Секция «Численные методы и параллельные вычисления»**

*Архинов А.Л., асп.,  
Ясинский Ф.Н., д-р физ.-мат. наук, проф.*

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ НА ПЛАТФОРМЕ NVIDIA CUDA**

В настоящее время получили широкое распространение вычисления на GPU с целью уменьшить время вычислений. В этой статье рассмотрен алгоритм моделирования движения вязкой несжимаемой жидкости, реализованный на платформе NVIDIA CUDA. Выполнено сравнение скорости работы алгоритма в однопотоковом варианте на CPU и на платформе NVIDIA CUDA.

**Ключевые слова:** численное моделирование, противоточная производная, параллельное программирование, NVIDIA CUDA.

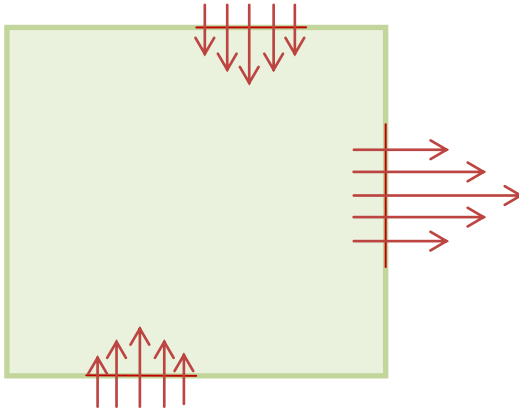
Использование графических процессоров (GPU) не только для визуализации трехмерных моделей, но и для выполнения вычислений, практикуется уже сравнительно давно. С 2007 года, когда мировой лидер в разработке графических процессоров – компания NVIDIA – выпустила на рынок вычислительную платформу CUDA, это направление получило мощный толчок к развитию. Появились приложения, использующие GPU в качестве вычислительных устройств с целью повышения скорости своей работы. Особенно это актуально для приложений, обрабатывающих графические данные. Например, компания Adobe использует вычисления на GPU для выполнения некоторых операций в пакете Photoshop. Но главным фактором в популяризации вычислений общего назначения на GPU стало то, что компания NVIDIA распространяет платформу CUDA свободно и бесплатно. Это обстоятельство позволяет любому человеку создавать приложения с использованием вычислений на GPU без каких-либо лицензионных ограничений.

В этой статье будет показано, как можно повысить скорость работы алгоритма при помощи платформы NVIDIA CUDA [3]. В качестве задачи

возьмём моделирование движения вязкой несжимаемой жидкости

**[Ошибка! Источник ссылки не найден.]**

В сосуде, имеющем форму прямоугольного параллелепипеда, просверлены три отверстия: из отверстий в северной и южной стенках сосуда жидкость затекает, а из отверстия в восточной стенке – вытекает. Наша цель – построить поле скорости жидкости в горизонтальном срезе сосуда. Таким образом, наша расчетная область будет представлять собой прямоугольник, то есть будет двухмерной.



Будем считать, что моделируемая жидкость имеет слабую сжимаемость.

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right)$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} = -c \cdot \rho \cdot \operatorname{div} U$$

$$\operatorname{div} U = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}$$

где  $u$ ,  $v$  – скорость жидкости по осям  $x$  и  $y$  соответственно,  $p$  – давление,  $\rho$  – плотность,  $\nu$  – вязкость,  $c$  – поправочный коэффициент.

Наложим на расчетную область сетку с размером ячейки  $h \times h$  и составим вычислительную схему:

$$c = 10, \nu = 1, \rho = 1$$

$$h = 0.1, \tau = 0.0001$$

$$p_{i,j}^{k+1} = p_{i,j}^k - \tau \cdot c \cdot \rho \cdot \operatorname{div} U_{i,j}^k$$

$$\operatorname{div} U_{i,j} = \frac{(u_{i+1,j+1} + u_{i+1,j-1}) - (u_{i-1,j-1} + u_{i-1,j+1})}{4h} + \frac{(v_{i+1,j+1} + v_{i-1,j+1}) - (v_{i-1,j-1} + v_{i+1,j-1})}{4h}$$

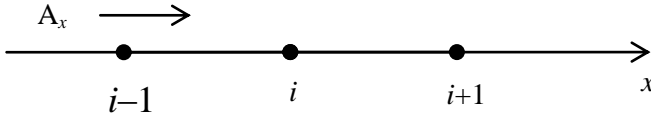
$$u_{i,j}^{k+1} = u_{i,j}^k + \tau \cdot du_{i,j}^k$$

$$du_{i,j} = - \left( u_1 \frac{u_{i,j} - u_{i-1,j}}{h} + u_{-1} \frac{u_{i+1,j} - u_{i,j}}{h} \right) - \left( v_1 \frac{u_{i,j} - u_{i,j-1}}{h} + v_{-1} \frac{u_{i,j+1} - u_{i,j}}{h} \right) - \frac{p_{i+1,j+1} + p_{i+1,j-1} - p_{i-1,j+1} - p_{i-1,j-1}}{4\rho h} + v \frac{u_{i+1,j} + u_{i-1,j} + u_{i,j+1} + u_{i,j-1} - 4u_{i,j}}{h^2}$$

$$v_{i,j}^{k+1} = v_{i,j}^k + \tau \cdot dv_{i,j}^k$$

$$dv_{i,j} = - \left( u_1 \frac{v_{i,j} - v_{i-1,j}}{h} + u_{-1} \frac{v_{i+1,j} - v_{i,j}}{h} \right) - \left( v_1 \frac{v_{i,j} - v_{i,j-1}}{h} + v_{-1} \frac{v_{i,j+1} - v_{i,j}}{h} \right) - \frac{p_{i+1,j+1} + p_{i-1,j+1} - p_{i+1,j-1} - p_{i-1,j-1}}{4\rho h} + v \frac{v_{i+1,j} + v_{i-1,j} + v_{i,j+1} + v_{i,j-1} - 4v_{i,j}}{h^2}$$

Для повышения вычислительной устойчивости используем противоточные производные. Для некоторой величины  $A$  противоточная производная будет иметь вид:



$$\frac{\partial A}{\partial x} = \begin{cases} \frac{A_i - A_{i-1}}{h}, & \text{при } A_x \geq 0 \\ \frac{A_{i+1} - A_i}{h}, & \text{при } A_x < 0 \end{cases}$$

Противоточные производные удобно вычислять с использованием модуля величины:

$$u_1 = \frac{u_{i,j} + |u_{i,j}|}{2}, \quad u_{-1} = \frac{u_{i,j} - |u_{i,j}|}{2}, \quad v_1 = \frac{v_{i,j} + |v_{i,j}|}{2}, \quad v_{-1} = \frac{v_{i,j} - |v_{i,j}|}{2}$$

**Реализация.** Так как для вычисления значений переменных  $p$ ,  $u$ ,  $v$  в каждой точке сетки используются данные из соседних точек, то можно вычислять



значения переменных во многих точках сетки одновременно. Это позволяет использовать для данной вычислительной схемы массовый параллелизм и перенести вычисления на GPU.

GPU представляет собой потоковый процессор, состоящий из большого числа однотипных ядер. Количество ядер достигает нескольких сотен, что много больше, чем количество ядер CPU (центрального процессора). Использование такой мультиядерной архитектуры позволяет достичь существенного возрастания скорости вычислений. Однако у GPU есть и ограничения: потоковый процессор обеспечивает только параллелизм данных, но не параллелизм задач. То есть можно выполнять одну и ту же операцию над большим количеством данных одновременно, но нельзя запустить одновременно несколько разных задач. При разработке алгоритмов для выполнения на GPU нужно учитывать эту особенность.

Рассмотренная выше вычислительная схема позволяет создать алгоритм с использованием параллелизма данных: в каждой точке сетки выполняются одинаковые вычисления для нахождения значений переменных в следующий момент времени. Таким образом, для данного алгоритма использование GPU для выполнения расчетов вполне оправдано.

На сегодняшний день два основных игрока рынка графических процессоров – NVIDIA и AMD – предлагают технологии использования своих GPU для вычислений общего назначения (General-purpose computing on graphics processing units – GPGPU). Наиболее развитой технологией выполнения вычислений общего назначения на GPU является платформа NVIDIA CUDA [2]. Она и была использована для реализации вычислительной схемы. Синхронизация вычислений для каждого момента времени была организована следующим образом: после вычисления значений всех переменных на GPU управление передавалось CPU, результаты вычисления обрабатывались, после чего происходил переход к следующей итерации алгоритма. Без такой синхронизации вычисления потеряли бы устойчивость. Понятно, что такая синхронизация, как и вообще сама организация вычислений на GPU требует определенных издержек – часть вычислительного времени тратится на передачу данных от CPU к GPU и обратно, а также на обслуживание процессов, связанных с самими вычислениями на GPU. Поэтому прирост скорости вычислений относительно CPU заметен тем больше, чем большего размера сетка обрабатывается.

### **Выводы и результаты**

Сеточные вычислительные схемы могут быть реализованы с использованием массового параллелизма. На сегодняшний день наиболее развитой технологией выполнения вычислений общего назначения на GPU является платформа NVIDIA CUDA [3]. Описанная вычислительная схема в варианте для GPU обшчитывалась в 136 раз быстрее однопоточкового варианта на CPU:

1000000 шагов по времени считались 454 секунды на GPU и 10000 шагов – 619 секунд на CPU. Размер сетки был взят 768x768 ячеек. Полученное поле скорости (в красных точках скорость направлена в прямом направлении, в синих – в обратном):

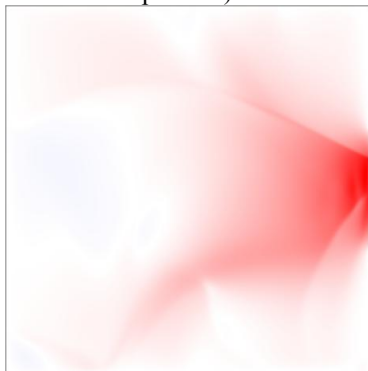


Рисунок 1. Скорость по оси X

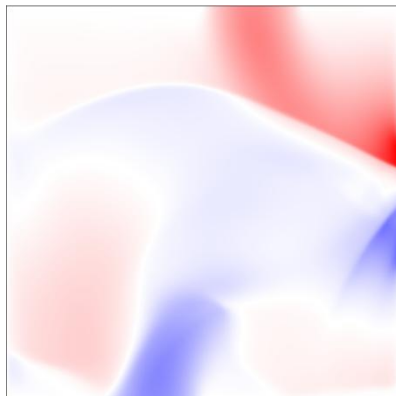


Рисунок 2. Скорость по оси Y

#### Библиографический список

1. **Э. Ф. Балаев, Н. В. Нуждин, В. В. Пекунов, С. Г. Сидоров, Л. П. Чернышева, И. Ф. Ясинский, Ф. Н. Ясинский.** Численные методы и параллельные вычисления для задач механики жидкости, газа и плазмы. © Издательство ИГЭУ. Иваново, 2003. Стр. 83-87.
2. **NVIDIA CUDA** — неграфические вычисления на графических процессорах (электронный ресурс: <http://www.ixbt.com/video3/cuda-1.shtml>)
3. **Википедия: CUDA** (электронный ресурс: <http://ru.wikipedia.org/wiki/CUDA>)

*А.П. Бурухин, маг.,  
рук. С.Г. Сидоров, к.т.н, доцент,  
Ф.Н. Ясинский, д.ф.-м.н., профессор*

### **РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО АЛГОРИТМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАГРУЗКИ В ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СЕТЯХ**

Актуальна проблема определения нагрузки в электротехнических сетях на заданном промежутке времени. Энергетикам важно знать зависимость потребления электроэнергии во времени, чтобы прогнозировать её производство и транспортировку до конечного потребителя.

Современные многопроцессорные системы позволяют использовать несколько вычислительных процессов для обработки больших потоков информации. В связи с этим, становится актуальной разработка параллельных алгоритмов обработки информации.

Проведено исследование по прогнозированию нагрузки в электротехнических сетях. Изменение нагрузки во времени, представим в виде дискретного временного ряда  $Y(t)$ , значения элементов которого  $Y(t_0)$ ,  $Y(t_1)$ ,  $Y(t_2)$ , ...,  $Y(t_n)$  изменяются во времени. Где  $t_i = t_{i-1} + \tau$ ,  $\tau$  - шаг по времени.

Для прогнозирования используется нейронная сеть, конфигурация которой может состоять из трёх и более слоёв; в каждом слое, кроме выходного, может быть любое количество нейронов. Число входов в нулевом слое соответствует количеству нейронов в скрытых слоях. В выходном слое один нейрон. Пример структуры нейронной сети представлен на рис. 1.

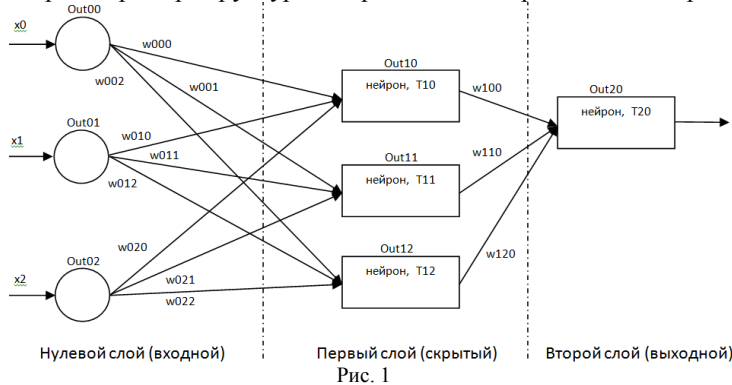


Рис. 1

где  $Out_j$  – выход нейрона (или входа во входном слое, входы на рис. 1 обозначены кружками) №j слоя №i, где  $j=[0, \dots, n]$   $i=[0, \dots, s]$ ;  $w_{kij}$  - вес дуги из слоя № k, нейрона или входа № i в нейрон № j слоя № k + 1, где  $i=[0, \dots, n]$  и  $j=[0, \dots, n]$ ,  $k=[0, \dots, s]$ ;  $x_i$  – входное значение в i вход входного слоя нейронной сети, где  $i=[0, \dots, n]$ ;  $T_j$  – порог нейрона № j, находящегося в слое № i, где  $i=[1, \dots, s]$  и  $j=[0, \dots, n]$ ;

В ходе исследования были разработаны параллельные алгоритмы нейросетевого прогнозирования, а также сжатия информационного потока. Программы, написанные, в соответствии с этими алгоритмами, можно запускать на разных системах параллельного программирования (CUDA, OpenMP, MPI).

Для сжатия большого объёма информации используется метод главных компонент [1]. Его суть заключается в линейном ортогональном преобразовании входного вектора  $X$  размерности  $n$  в выходной вектор  $Z$  размерности  $p$ , где  $p < n$ . При этом компоненты вектора  $Z$  являются некоррелированными, и общая дисперсия после преобразования остаётся неизменной. Совокупность входных паттернов представим в виде матрицы:

$$X = \begin{pmatrix} x_1^1 & x_2^1 & \dots & x_n^1 \\ x_1^2 & x_2^2 & \dots & x_n^2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_1^L & x_2^L & \dots & x_n^L \end{pmatrix},$$

где  $X^k = (x_1^k, x_2^k, x_3^k, \dots, x_n^k)$  соответствует  $k$ -му входному образу,  $L$  - общее количество образов,  $n$  - размерность входного образа. Элементы матрицы  $X$  формируются из элементов временного ряда  $Y(t)$ .

Для ускорения работы метода главных компонент разработаны алгоритмы с учётом особенностей систем параллельного программирования CUDA и OpenMP.

Рассмотрим последовательность действий распараллеленного метода главных компонент с учётом особенностей системы CUDA:

1. Определим матрицу ковариаций входных данных  $X$ 
  - a. Матрицу  $X$  запишем в константную память устройства;
  - b. Выделим  $n$  блоков (каждый блок обрабатывает один столбец матрицы  $X$ ) и максимальное количество нитей на видеокарте;
  - c. Определим количество элементов столбца №(blockIdx.x+1) матрицы  $X$ , которое будет обрабатывать каждая нить.
  - d. Используя метод параллельной редукции, относительно операции «сложения», просуммируем элементы столбца №(blockIdx.x+1) матрицы  $X$ , принцип действия этого метода показан на рис. 2, и разделим на общее количество образов,  $L$ , получим вектор мат. ожиданий.

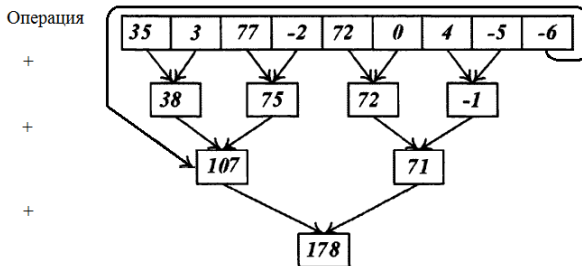


Рис. 2

- e. Центрируем матрицу X, следующим образом: из каждого элемента столбца №(blockIdx.x+1) матрицы X вычтем элемент №(blockIdx.x+1) вектора мат. ожиданий;
  - f. Составляем матрицу ковариаций входных данных X. Каждый блок, методом параллельной редукции, суммирует произведения элементов своего столбца, на соответствующий элемент i-ого столбца, где  $i = \overline{1, n}$ , затем полученную сумму делим на общее количество образцов, L, получаем элемент ковариационной матрицы,  $K[(blockIdx.x+1)][i]$ . Таким образом, определим выборочную ковариационную матрицу, которая будет симметричной, размером  $n \times n$ ;
2. Методом Якоби, определим собственные значения и собственные вектора ковариационной матрицы K.
- a. Ковариационную матрицу K запишем в константную память устройства;
  - b. Выделим 1 блок и  $n * n + 1$  нитей на видеокарте;
  - c. Каждая нить обслуживает определённые строку и столбец ковариационной матрицы:

$$i = (\text{int}) \frac{\text{threadIdx.x}}{n} + 1; \quad (1)$$

$$j = \text{threadIdx.x} - n * i + 1; \quad (2)$$

где threadIdx.x – номер нити; n - размерность входного образа; i – номер строки ковариационной матрицы; j - номер столбца ковариационной матрицы.

- d. Инициализируем матрицу плоских вращений U, размера  $n \times n$ , как единичную матрицу;
- e. Используя метод параллельной редукции, относительно операции «max», осуществляем поиск максимального по модулю элемента ковариационной матрицы, среди элементов, находящихся выше главной диагонали, принцип действия этого метода показан на рис. 3. Запоминаем координаты найденного элемента: x - номер строки и y - номер столбца. В ходе выполнения шагов g и h зануляем найденный элемент;

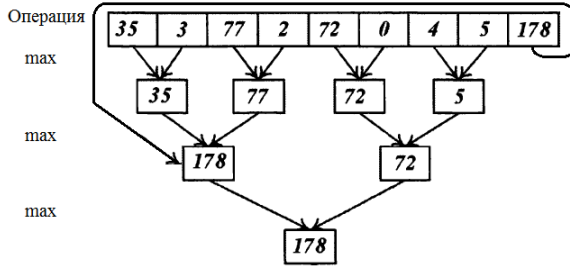


Рис. 3

- f. Если найденный элемент меньше по модулю, чем заданная точность delta, то вычисления прекращаются, иначе вычисления продолжаются.
- g. Нулевая нить ищет  $\sin$  и  $\cos$  угла плоского вращения  $\alpha$ , остальные ждут:

$$\zeta = \frac{K[y][y] - K[x][x]}{2 * K[x][y]}; \quad (3)$$

$$t = \frac{1}{\zeta - \sqrt{\zeta^2 + 1}}, \text{ если } \zeta \leq 0; \quad (4)$$

$$t = \frac{1}{\zeta + \sqrt{\zeta^2 + 1}}, \text{ если } \zeta > 0; \quad (5)$$

$$\cos(\alpha) = \frac{1}{\sqrt{t^2 + 1}}; \quad (6)$$

$$\sin(\alpha) = t * \cos(\alpha); \quad (7)$$

- h. Со вспомогательной матрицей  $B$ , размером  $n \times n$ , выполняем следующие действия:

$$B[i][j] = K[i][j], \text{ если } i \neq x \text{ и } i \neq y, \text{ и } j \neq x, \text{ и } j \neq y; \quad (8)$$

$$B[i][x] = K[i][x] * \cos(\alpha) - K[i][y] * \sin(\alpha), \text{ если } i \geq 1 \text{ и } i < x; \quad (9)$$

$$B[x][i] = K[x][i] * \cos(\alpha) - K[i][y] * \sin(\alpha), \text{ если } i \geq x + 1 \text{ и } i \leq y; \quad (10)$$

$$B[i][y] = K[i][x] * \sin(\alpha) + K[i][y] * \cos(\alpha), \text{ если } i \geq 1 \text{ и } i < x; \quad (11)$$

$$B[i][y] = K[x][i] * \sin(\alpha) + K[i][y] * \cos(\alpha), \text{ если } i \geq x + 1 \text{ и } i \leq y; \quad (12)$$

$$B[y][i] = K[x][i] * \sin(\alpha) + K[y][i] * \cos(\alpha), \text{ если } i \geq y + 1 \text{ и } i \leq n; \quad (13)$$

нулевая нить выполняет следующее действие:

$$B[x][x] = K[x][x] * \cos(\alpha) * \cos(\alpha) - 2 * K[x][y] * \sin(\alpha) * \cos(\alpha) + K[y][y] * \sin(\alpha) * \sin(\alpha) \quad (14)$$

первая нить выполняет следующее действие:

$$B[y][y] = K[x][x] * \sin(\alpha) * \sin(\alpha) + 2 * K[x][y] * \sin(\alpha) * \cos(\alpha) + K[y][y] * \cos(\alpha) * \cos(\alpha) \quad (15)$$

вторая нить выполняет следующее действие:

$$B[x][y] = 0.0; \quad (15)$$

$$B[y][x] = B[x][y]; \quad (16)$$

$$B[j][i] = B[i][j], \text{ если } j \geq i + 1 \text{ и } j \leq n, \text{ и } i \geq 1, \text{ и } i \leq n; \quad (17)$$

i. После синхронизации нитей, выполняем следующие действия:

$$K[i][j] = B[i][j], \text{ если } j \geq 1 \text{ и } j \leq n, \text{ и } i \geq 1, \text{ и } i \leq n; \quad (18)$$

j. Со вспомогательной матрицей P, размером  $n \times n$ , выполняем следующие действия:

$$P[i][j] = U[i][j], \text{ если } j \geq 1 \text{ и } j \leq n, \text{ и } i \geq 1, \text{ и } i \leq n; \quad (19)$$

$$P[i][x] = U[i][x] * \cos(\alpha) - U[i][y] * \sin(\alpha), \quad (20)$$

$$P[i][y] = U[i][x] * \sin(\alpha) + U[i][y] * \cos(\alpha), \quad (21)$$

если  $j = 1$  и  $i \geq 1$ , и  $i \leq n$ ;

k. После синхронизации нитей, выполняем следующие действия:

$$U[i][j] = P[i][j], \text{ если } j \geq 1 \text{ и } j \leq n, \text{ и } i \geq 1, \text{ и } i \leq n; \quad (22)$$

l. Переходим к шагу e;

m. В конце вычислений на главной диагонали матрицы K будут находиться собственные значения, а в столбцах матрицы U будут находиться собственные вектора ковариационной матрицы.

3. Для получения ортонормированных собственных векторов, пронормируем их.

a. Матрицу собственных векторов U запишем в константную память;

b. Выделим n блоков (каждый блок обрабатывает один собственный вектор ковариационной матрицы) и n нитей на видеокарте;

c. Используя метод параллельной редукции, относительно операции «сложения», просуммируем, возведённые в квадрат, элементы столбца №(blockIdx.x+1) матрицы собственных векторов, принцип действия этого метода показан на рис. 2. Результат запишем в переменную Sum, находящуюся в разделяемой памяти;

d. Нулевая нить выполняет следующее действие:

$$Sum = \sqrt{Sum}; \quad (23)$$

e. После синхронизации нитей, выполняем следующие действия:

$$U[\text{threadIdx.x}][\text{blockIdx.x}] = \frac{U[\text{threadIdx.x}][\text{blockIdx.x}]}{\text{Sum}},$$

если  $\text{Sum} \neq 1$ ; (24)

где  $\text{threadIdx.x}$  – номер нити,  $\text{blockIdx.x}$  – номер блока,  $U$  - матрица собственных векторов.

4. Определение весов собственных значений ковариационной матрицы, максимальный вес будет иметь максимальное собственное число. Вычисление абсолютной и относительной ошибок прогноза, количество не главных компонент.

- a. Вектор собственных значений  $\beta$  ковариационной матрицы запишем в константную память;
- b. Выделим 1 блок и  $n$  нитей на видеокарте;
- c. Используя метод параллельной редукции, относительно операции «сложения», просуммируем, собственные значения ковариационной матрицы, принцип действия этого метода показан на рис. 2. Результат запишем в переменную  $\text{Kifn}$ ;
- d. Используя метод параллельной редукции, относительно операции «тах», осуществляем поиск максимального по модулю элемента вектора собственных значений ковариационной матрицы, принцип действия этого метода показан на рис. 3. Запоминаем координаты найденного элемента:  $j$  - номер номер элемента в векторе. Выполним следующее действие:

$$\text{weight}[j] = w; \quad (25)$$

где  $\text{weight}$  – массив весов собственных значений, в  $j$ -ой ячейке находится вес  $j$ -ого собственного значения,  $w$  – значение веса,  $w \in [0;n)$ .

e. Определяем количество не главных компонент  $\text{NComp}$ :

$$\text{NComp} = n; \quad (26)$$

где  $n$  – размерность входного образа;

$$ne = \sum_{j=1}^n \beta_j,$$

если  $\text{weight}[j] > \text{NComp} - 1$ ; (27)

где  $ne$  – сумма собственных значений  $\beta_j$ , веса которых больше  $(\text{NComp} - 1)$ .

Суммирование было произведено с использованием метода параллельной редукции, относительно операции «сложения», на рис. 2 представлен



принцип действия этого метода, если  $\text{weight}[j] > \text{NComp} - 1$ ;

$$ne = \frac{ne}{\text{Fifn}}; \quad (28)$$

$$\text{NComp} = \text{NComp} - 1; \quad (29)$$

пока  $ne < \text{Kif}$  выполнять действия по формулам (27-29),

где  $\text{Kif}$  - заданный критерий информативности, в конце вычислений будет определено количество не главных компонент  $\text{NComp}$ .

$$p = n - \text{NComp} + 1; \quad (30)$$

где  $p$  - количество главных компонент.

f. Вычислим абсолютную ошибку прогноза:

$$AE = \sum_{j=1}^n \beta_j,$$

$$\text{если } \text{weight}[j] \leq \text{NComp}; \quad (31)$$

где  $AE$  – сумма собственных значений  $\beta_j$ , веса которых меньше, либо равны

$\text{NComp}$ . Суммирование было произведено с использованием метода

параллельной редукции, относительно операции «сложения», на рис. 2

представлен принцип действия этого метода, если  $\text{weight}[j] \leq \text{NComp}$ ,

$\text{weight}$  – массив весов собственных значений, в  $j$ -ой ячейке находится вес  $j$ -ого собственного значения, вычисляется по формуле (25).

g. Вычислим относительную ошибку прогноза:

$$RE = \frac{AE}{\text{Kifn}} * 100\%, \quad (32)$$

5. Вычисляем главные компоненты и сжимаем временной ряд.

a. Отцентрированную матрицу  $X$ , веса собственных значений и количество не главных компонент (вычислены на 3 шаге) запишем в константную память;

b. Ортонормированные собственные вектора ковариационной матрицы  $K$  запишем в глобальную память, при запуске вычислений на видеокarte, копируем их в разделяемую память;

c. Выделим  $L$  блоков (каждый блок обрабатывает одну строку матрицы  $X$ ) и  $n$  нитей на видеокarte, где  $L$ - общее количество входных образов в нейросеть,  $n$  – размерность входного образа;

d. Вычисляем главные компоненты, выполняя следующие действия:

$$y_l[\text{threadIdx.x}] = x[\text{threadIdx.x}] * W[\text{threadIdx.x}][i], \quad (33)$$

$$y[i] = \sum_{j=0}^{n-1} y1[j]; \quad (34)$$

где  $y[i]$  –  $i$ -ая главная компонента. Суммирование было произведено с использованием метода параллельной редукции, относительно операции «сложения», на рис. 2 представлен принцип действия этого метода;  $x[\text{threadIdx.x}]$  – элемент отцентрированной матрицы  $X$ , с координатами  $\text{threadIdx.x}$  – номер столбца, обрабатывается этот элемент на блоках  $\text{blockIdx.x}$  – номер строки.  $W[\text{threadIdx.x}][i]$  – элемент матрицы собственных векторов ковариационной матрицы  $K$ ,  $\text{threadIdx.x}$  – номер нити,  $y1$  – вспомогательный вектор размером  $n$ ;  $i = \overline{0, (n-1)}$ .

е. Сжимаем временной ряд, выполняя следующие действия:

$$y1[\text{threadIdx.x}] = y[\text{threadIdx.x}] * W[i][\text{threadIdx.x}], \quad (33)$$

$$sx[i] = \sum_{j=0}^{n-1} y1[j], \quad (34)$$

если  $\text{weight}[i] > \text{NComp}$ ;

где  $sx[i]$  –  $i$ -ый элемент временного ряда, находящийся в строке  $\text{blockIdx.x}$ . Суммирование было произведено с использованием метода параллельной редукции, относительно операции «сложения», на рис. 2 представлен принцип действия этого метода.  $y[\text{threadIdx.x}]$  – главная компонента  $\text{threadIdx.x}$ ,  $W[i][\text{threadIdx.x}]$  – элемент матрицы собственных векторов ковариационной матрицы  $K$ ,  $\text{threadIdx.x}$  – номер нити,  $y1$  – вспомогательный вектор размером  $n$ ;  $i = \overline{0, (n-1)}$ ,  $\text{weight}$  – вектор весов собственных значений размером  $n$ ,  $\text{NComp}$  – вес последней не главной компоненты (количество не главных компонент). Действия по формулам (33-34) выполняются, если выполнено условие  $\text{weight}[i] > \text{NComp}$ ;

6. В ходе выполнения шагов с 1-5 происходит сжатие матрицы  $X$  распараллеленным методом главных компонент с учётом особенностей системы параллельного программирования CUDA.

Проводился ряд опытов для подбора оптимальной размерности входного образа матрицы  $X$ .

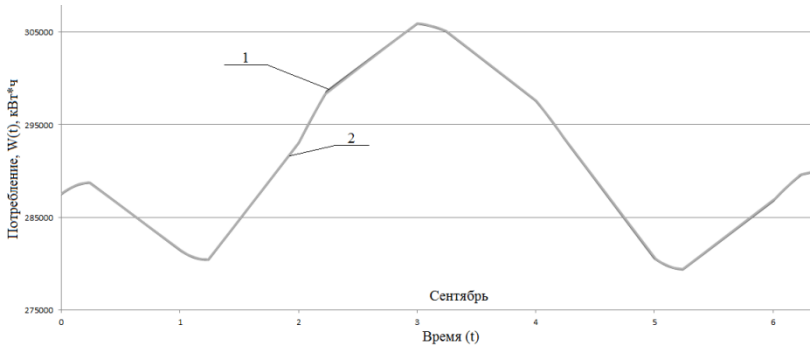


Рис. 4

На рис. 4 представлены два графика зависимости потребления электроэнергии от времени. График №1 - график исходного временного ряда, график №2 - график сжатого временного ряда с помощью метода главных компонент (сжатие проводилось при  $n=8$ , где  $n$  - размерность входного образа матрицы  $X$ ).

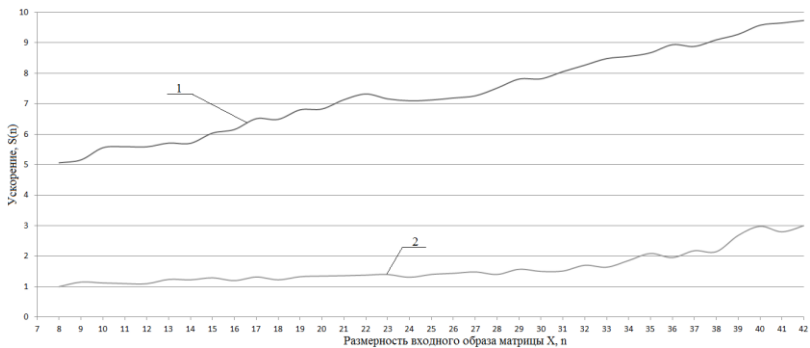


Рис. 5

На рис. 5 представлены графики зависимости ускорения от размерности входного образа матрицы  $X$ . График №1 - график ускорения, с использованием системы параллельного программирования CUDA, график №2 - график ускорения, с использованием системы параллельного программирования OpenMP. При замере ускорения выполнения работы программы с системой параллельного программирования OpenMP, использовался процессор с 4 ядрами. Количество параллельных потоков, при замере ускорения выполнения работы программы с системой параллельного программирования CUDA, напрямую зависит от размерности входного образа матрицы  $X$ .

Ускорение работы программы с использованием технологии параллельного программирования вычисляется по формуле:

$$S_p = \frac{T_1}{T_p}, \quad (35)$$

где  $S_p$  - ускорение при использовании  $p$  параллельных процессов;  $T_1$  - время решения задачи при использовании одного процессора;  $T_p$  - время решения задачи при использовании  $p$  параллельных процессов.



Рис. 6

На рис. 6 представлен график зависимости коэффициента сжатия временного ряда от размерности входного образа матрицы  $X$ .

Коэффициент сжатия вычисляется по формуле :

$$K = \frac{N}{m}, \quad (36) \text{ где } K -$$

коэффициент сжатия временного ряда  $Y(t)$ ;  $N$  – количество элементов временного ряда  $Y(t)$ ;  $m$  - количество элементов сжатого временного ряда  $sx(t)$ .

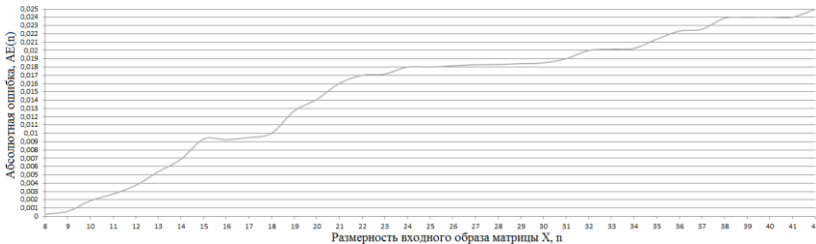


Рис. 7

На рис. 7 представлен график зависимости абсолютной ошибки от размерности входного образа матрицы  $X$ . Абсолютная ошибка вычисляется по формуле (31).

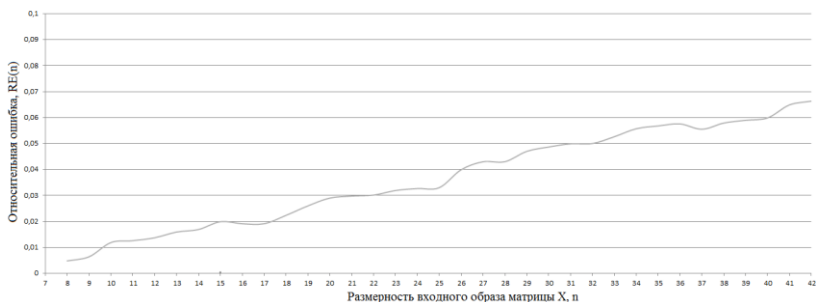


Рис. 8

На рис. 8 представлен график зависимости относительной ошибки от размерности входного образа матрицы X. Относительная ошибка вычисляется по формуле (32).

#### Библиографический список

1. **Головко В.А.** Нейронные сети: обучение, организация и применение. М.: ИПРЖР. 2000.
2. **Короткий С.Г.** Нейронные сети: алгоритм обратного распространения. // ВУТЕ – 2000 - №21 – с. 26-29.
3. **Осовский С.** Нейронные сети для обработки информации. М.: Финансы и статистика. 2002.
4. **Хайкин С.** Нейронные сети: полный курс. Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс». 2006.

*Горовой Н. В., магистр,рук. Ясинский Ф. Н. д. ф.м. н., проф.*

### **РЕАЛИЗАЦИЯ НА OPENCL АЛГОРИТМА, ОПИСЫВАЮЩЕГО ДВИЖЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНЫХ СИСТЕМ.**

OpenCL (Открытый язык вычислений) – открытый стандарт для параллельного программирования на CPU, GPU и других вычислительных устройствах, делающий разработанные программы переносимыми и позволяющий получать полный доступ ко всем вычислительным ресурсам гетерогенных систем (2. С. 12-13).

В прошлой статье мы рассмотрели молекулярный маятник (1. С. 43-45), который является простейшей задачей о движении N тел. В данной системе расчет движения ведется для единственной частицы, перемещающейся по оси между двумя тяжелыми неподвижными частицами.

Следующим шагом на пути перехода к пространственной задаче о движении  $N$  тел является введение на ось дополнительных частиц. Предположим, что взаимодействуют только соседние частицы, т.е. на частицу  $i$  действуют только частицы  $i-1$  и  $i+1$ , причем для крайне левой и для крайне правой частицы левой и правой частицей соответственно являются неподвижные тяжелые частицы, как и в молекулярном маятнике (см. рис. 1).

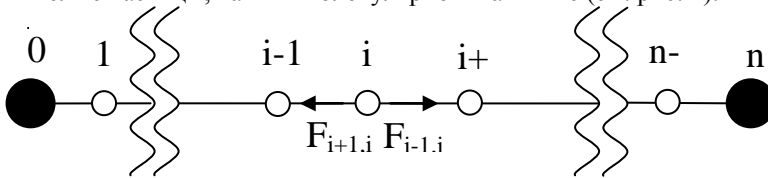


Рисунок 1. Взаимодействие частиц.

Математическая модель системы примет вид (3., 4.):

$$\begin{cases} m_i \frac{d\mathcal{G}_i}{dt} = F_{i,i-1} - F_{i,i+1} \\ \frac{dx_i}{dt} = \mathcal{G}_i \end{cases}$$

Решим эту задачу с помощью систем параллельного программирования OpenCL и CUDA. Решение ведется по методу Рунге-Кутты IV, так как в соответствии с результатами, полученными в предыдущей работе данный метод является наиболее оптимальным (1. С. 43-45). Для систем примем, что работа ведется с глобальной памятью и никакая оптимизация не применяется.

Приведем ядро реализующее данную задачу на OpenCL в соответствии с документацией по языку (2):

```
__kernel void Bodys(__global float * x)
{
    int nIndex = get_global_id(0);
    float cord, speed;
    speed = 0;
    float t = 0.0000005;
    for (int i=0; i<1000; i++) {
        cord = x[nIndex+1];
        float left = x[nIndex];
        float right = x[nIndex+2];
        float n1, n2, n3, n4;
        float m1, m2, m3, m4;
```

```

n1 = t*(1/pow(cord-left,3)-1/pow(right-
cord,3));
m1 = t*speed;
n2 = t*(1/pow(cord+m1/2-left,3)-1/pow(right-
cord-m1/2,3));
m2 = t*(speed+n1/2);
n3 = t*(1/pow(cord+m2/2-left,3)-1/pow(right-
cord-m2/2,3));
m3 = t*(speed+n2/2);
n4 = t*(1/pow(cord+m3-left,3)-1/pow(right-cord-
m3,3));
m4 = t*(speed+n3);
cord = cord+(m1+2*m2+2*m3+m4)/6;
speed = speed+(n1+2*n2+2*n3+n4)/6;
barrier(CLK_GLOBAL_MEM_FENCE);
x[nIndex+1] = cord;
}
}

```

Согласно исследованиям проведенным в (5) CUDA работает быстрее OpenCL на 13-67%. Проведем собственные исследования на задаче о движении N тел. Сравним скорость работы по копированию памяти с host части на устройство и с устройства обратно на host часть. Для вычислений примем, что данные копируются порциями по  $x*100$ , где  $x$  – переменное значение от 10 до 100000. Время выполнения измеряется в миллисекундах.

X	10	100	1000	10000	100000	1000000
OpenCL	3	16	140	1320	12158	136209
CUDA	2	9	96	1100	10847	90548

Таблица 1. Сравнение скорости копирования памяти.

Представим данные записанные в таблице на графике.

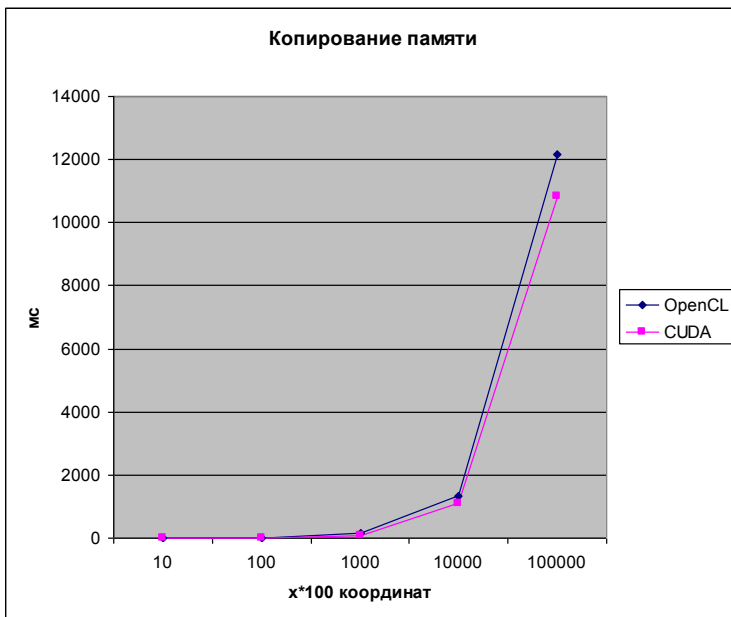


Рис 2. Сравнение скорости копирования памяти.

Следующей важной составляющей скорости выполнения программы является скорость выполнения ядра на устройстве. Для вычислений примем, что каждый вызов ядра производит 10000 итераций, а ядро в программе вызывается  $x$  раз. Построим таблицу сравнения скорости выполнения ядра на OpenCL и CUDA, скорость измерим в миллисекундах.

X	10	100	1000	5000	10000	15000
OpenCL	2	5	47	203	510	729
CUDA	1	4	38	95	287	371

Таблица 2. Сравнение скорости выполнения ядра.

Представим полученные данные на графике.



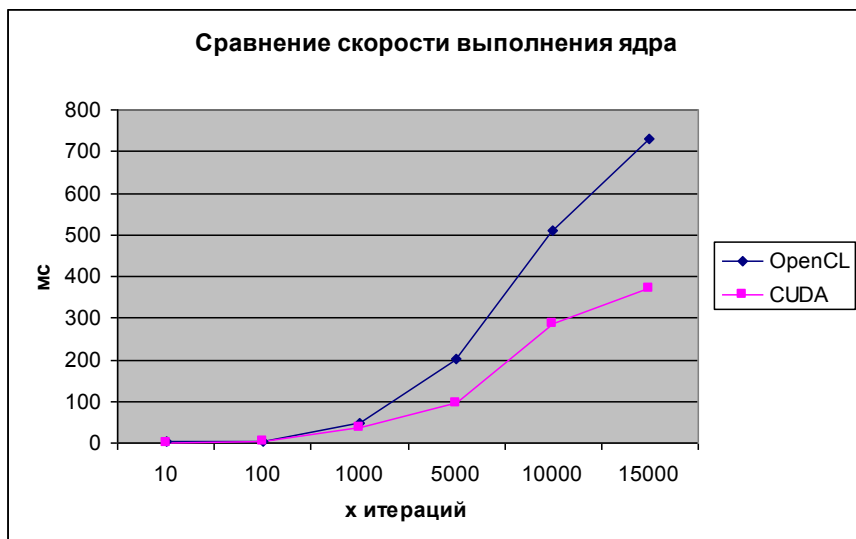


Рис 3. Сравнение скорости выполнения ядра.

По таблицам и графикам видно, что OpenCL отстает от CUDA и по копированию памяти и по скорости выполнения ядра. В данном случае это отставание на копировании составляет в среднем 31% а на выполнении ядра 47%, что подтверждает выводы из статьи (5).

Полученные данные объясняются тем, что на видеокартах фирмы NVidia OpenCL запускается через драйвер CUDA что заметно снижает скорость компиляции и скорость выполнения программы, особенно это ощутимо при runtime компиляции ядра OpenCL. Скорость выполнения программы на OpenCL может быть повышена путем использования shared памяти и предкомпиляцией ядра в бинарный файл, но стоит заметить, что такие же элементы оптимизации могут быть проведены и на CUDA, что оставит результаты отставания OpenCL от CUDA на таком же уровне.

### Библиографический список

1. Материалы конференции «Энергия-2011» Т. 1 М.: Ивановский государственный энергетический университет, 2011.
2. The OpenCL Specification. Version: 1.1. Document Revision 44.: Khronos OpenCL Working Group, 6.11.2011
3. С. А. Клочков, Ф. Н. Ясинский. Численные методы молекулярной динамики и нанотехнологии. Иваново: Ивановский государственный энергетический университет, 2007.

4. M. P. Allen, D. J. Tildesley. Computer Simulation of Liquids. Oxford: Oxford University Press, 1991.
5. Kamran Karimi, Neil G. Dickson, Firas Hamze. A Performance Comparison of CUDA and OpenCL.  
<http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1005/1005.2581.pdf>

*Е. Н. Есаков, маг.,  
рук. Ф. Н. Ясинский, д.ф-м.н., проф.*

## **ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ДВИЖЕНИЯ НЕФТЯНОГО ПЯТНА ПО ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.**

Проблема моделирования и прогнозирования процессов движения нефтяного пятна по водной поверхности для своевременного устранения аварийных ситуаций остается актуальной в современном мире, экономика которого во многом зависит от транспортировки нефти через водные объекты.

В работе использовалась математическая модель движения нефтяного пятна в бассейне прямоугольной формы, заполненного водой. Решаемая система дифференциальных уравнений имеет вид:

Уравнения для воды:

$$\frac{\partial U_x^B}{\partial t} - 1U_y^B = g \left( \frac{\partial \xi^B}{\partial x} \right) - \frac{R^B}{H^2} U_x^B + A^B \Delta U_x^B - \mu_1 (U_x^B - U_x^a) - \mu_2 (U_x^B - U_x^a) \quad (1)$$

$$\frac{\partial U_y^B}{\partial t} + 1U_x^B = g \left( \frac{\partial \xi^B}{\partial y} \right) - \frac{R^B}{H^2} U_y^B + A^B \Delta U_y^B - \mu_1 (U_y^B - U_y^a) - \mu_2 (U_y^B - U_y^a) \quad (2)$$

$$\frac{\partial \xi^B}{\partial t} = H \left( \frac{\partial U_x^B}{\partial x} + \frac{\partial U_y^B}{\partial y} \right) \quad (3)$$

где  $U_x^B, U_y^B$  – скорости движения жидкости вдоль оси  $Ox, Oy$  соответственно,  $U_x^a, U_y^a$  – скорости движения воздуха вдоль оси  $Ox, Oy$  соответственно,  $t$  – время,  $\xi^B$  — превышение уровня воды над нормальным (аналог давления),  $l$  – постоянная, учитывающая вращение Земли,  $g$  – ускорение свободного падения,  $H$  – глубина бассейна,  $A^B$  — коэффициент трения внутри водяной массы,  $R^B$  – коэффициент трения воды о дно,  $\mu_1$  – коэффициент трения воды о нефть,  $\mu_2$  – коэффициент трения воды о воздух.

Уравнения для нефти:

$$\frac{\partial U_x^H}{\partial t} - 1U_y^H = g \left( \frac{\partial (\xi^H + \xi^B)}{\partial x} \right) - \frac{R^H}{H^2} U_x^H + A^H \Delta U_x^H - \mu_3 (U_x^H - U_x^a) \quad (4)$$

$$\frac{\partial U_y^H}{\partial t} + 1U_x^H = g \left( \frac{\partial (\xi^H + \xi^B)}{\partial y} \right) - \frac{R^H}{H^2} U_y^H + A^H \Delta U_y^H - \mu_3 (U_y^H - U_y^a) \quad (5)$$

$$\frac{\partial (\xi^H - \xi^B)}{\partial t} = H \left( \frac{\partial (\xi^H - \xi^B) U_x^H}{\partial x} + \frac{\partial (\xi^H - \xi^B) U_y^H}{\partial y} \right) \quad (6)$$

где  $U_x^H, U_y^H$  – скорости движения нефти вдоль оси  $Ox, Oy$  соответственно,  $t$  – время,  $\xi^H$  – уровень нефти,  $1$  – постоянная,  $A^B$  – коэффициент трения внутри нефтяной массы,  $R^H$  – коэффициент трения нефти о воду,  $\mu_3$  – коэффициент трения нефти о воздух.

Для решения данной системы дифференциальных уравнений воспользуемся методом сеток. Сетка с шагом  $h$  накладывается на данный бассейн с жидкостью. Производные, входящие в уравнения (1) - (6) заменим разностями, считая что  $\tau$  и  $h$  малы. Получим следующие разностные уравнения, исходя из представленной выше системы:

Разностная схема для воды:

$$\begin{aligned} \frac{U_{ij}^{bk+1} - U_{ij}^{bk}}{\tau} = & +1U_{y_{ij}}^{bk} + \frac{g}{2h} \left( \frac{\xi_{i+1j+1}^{bk} + \xi_{i+1j-1}^{bk}}{2} - \frac{\xi_{i-1j+1}^{bk} + \xi_{i-1j-1}^{bk}}{2} \right) \\ & - \frac{R^B}{H^2} U_{ij}^{bk} + A^B \left( \frac{U_{i+1j}^{bk} - 2U_{ij}^{bk} + U_{i-1j}^{bk}}{h^2} + \frac{U_{ij+1}^{bk} - 2U_{ij}^{bk} + U_{ij-1}^{bk}}{h^2} \right) \\ & - \mu_1 (U_{ij}^{bk} - U_{ij}^{hk}) - \mu_2 (U_{ij}^{bk} - U_{ij}^{ak}) \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \frac{U_{y_{ij}}^{bk+1} - U_{y_{ij}}^{bk}}{\tau} = & -1U_{x_{ij}}^{bk} + \frac{g}{2h} \left( \frac{\xi_{i+1j+1}^{bk} + \xi_{i-1j+1}^{bk}}{2} - \frac{\xi_{i+1j-1}^{bk} + \xi_{i-1j-1}^{bk}}{2} \right) \\ & - \frac{R^B}{H^2} U_{y_{ij}}^{bk} + A^B \left( \frac{U_{y_{i+1j}}^{bk} - 2U_{y_{ij}}^{bk} + U_{y_{i-1j}}^{bk}}{h^2} + \frac{U_{y_{ij+1}}^{bk} - 2U_{y_{ij}}^{bk} + U_{y_{ij-1}}^{bk}}{h^2} \right) \\ & - \mu_1 (U_{y_{ij}}^{bk} - U_{y_{ij}}^{hk}) - \mu_2 (U_{y_{ij}}^{bk} - U_{y_{ij}}^{ak}) \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \frac{\xi_{ij}^{bk+1} - \xi_{ij}^{bk}}{\tau} = & \frac{H}{2h} \left( \frac{U_{i+1j+1}^{bk} + U_{i+1j-1}^{bk}}{2} - \frac{U_{i-1j+1}^{bk} + U_{i-1j-1}^{bk}}{2} \right) \\ & + \left( \frac{U_{y_{i+1j+1}}^{bk} + U_{y_{i-1j+1}}^{bk}}{2} - \frac{U_{y_{i+1j-1}}^{bk} + U_{y_{i-1j-1}}^{bk}}{2} \right) \end{aligned} \quad (9)$$

$$\frac{A\tau}{h^2} < 1/2 \quad (10)$$

Условие устойчивости:  
Разностная схема для нефти:

$$\frac{U_{ij}^{nk+1} - U_{ij}^{nk}}{\tau} = +1 U_{ij}^{nk} + \frac{g}{2h}.$$

$$\left( \frac{\xi_{i+1j+1}^{nk} + \xi_{i+1j-1}^{nk} + \xi_{i+1j+1}^{bk} + \xi_{i+1j-1}^{bk}}{2} - \frac{\xi_{i-1j+1}^{nk} + \xi_{i-1j-1}^{nk} + \xi_{i-1j+1}^{bk} + \xi_{i-1j-1}^{bk}}{2} \right) - \frac{R^H}{H^2} U_{ij}^{nk} + A^H \left( \frac{U_{i+1j}^{nk} - 2U_{ij}^{nk} + U_{i-1j}^{nk}}{h^2} + \frac{U_{ij+1}^{nk} - 2U_{ij}^{nk} + U_{ij-1}^{nk}}{h^2} \right) - \mu_3 (U_{ij}^{nk} - U_{ij}^{ak}) \quad (11)$$

$$\frac{U_{ij}^{nk+1} - U_{ij}^{nk}}{\tau} = -1 U_{ij}^{nk} + \frac{g}{2h}.$$

$$\left( \frac{\xi_{i+1j+1}^{nk} + \xi_{i-1j+1}^{nk} + \xi_{i+1j+1}^{bk} + \xi_{i-1j+1}^{bk}}{2} - \frac{\xi_{i+1j-1}^{nk} + \xi_{i-1j-1}^{nk} + \xi_{i+1j-1}^{bk} + \xi_{i-1j-1}^{bk}}{2} \right) - \frac{R^H}{H^2} U_{ij}^{nk} + A^H \left( \frac{U_{i+1j}^{nk} - 2U_{ij}^{nk} + U_{i-1j}^{nk}}{h^2} + \frac{U_{ij+1}^{nk} - 2U_{ij}^{nk} + U_{ij-1}^{nk}}{h^2} \right) - \mu_3 (U_{ij}^{nk} - U_{ij}^{ak}) \quad (12)$$

$$\frac{\xi_{ij}^{nk+1} - \xi_{ij}^{nk} - \xi_{ij}^{bk+1} + \xi_{ij}^{bk}}{\tau} = \frac{H}{2h}.$$

$$\frac{(\xi_{i+1j+1}^{nk} - \xi_{i+1j+1}^{bk}) U_{i+1j+1}^{nk} + (\xi_{i+1j-1}^{nk} - \xi_{i+1j-1}^{bk}) U_{i+1j-1}^{nk}}{2} - \frac{H}{2h} \frac{(\xi_{i-1j+1}^{nk} - \xi_{i-1j+1}^{bk}) U_{i-1j+1}^{nk} + (\xi_{i-1j-1}^{nk} - \xi_{i-1j-1}^{bk}) U_{i-1j-1}^{nk}}{2} + \frac{H}{2h} \frac{(\xi_{i+1j+1}^{nk} - \xi_{i+1j+1}^{bk}) U_{i+1j+1}^{bk} + (\xi_{i-1j+1}^{nk} - \xi_{i-1j+1}^{bk}) U_{i-1j+1}^{bk}}{2} - \frac{H}{2h} \frac{(\xi_{i+1j-1}^{nk} - \xi_{i+1j-1}^{bk}) U_{i+1j-1}^{bk} + (\xi_{i-1j-1}^{nk} - \xi_{i-1j-1}^{bk}) U_{i-1j-1}^{bk}}{2} \quad (13)$$

где  $ij$  – номер узла,  $k$  – момент времени,  $h$  – шаг(расстояние между узлами),  $\tau$  — шаг по времени.

Приведенные разностные уравнения (7)- (13) позволяют решить систему (1)- (6) на МВС и смоделировать движение нефтяного пятна в бассейне с водой.

## Методы распараллеливания

Для распараллеливания данной задачи воспользуемся геометрическим видом параллелизма (распараллеливание по пространству). На расчетную область накладывается сетка с определенным шагом. Расчетная область разделяется на приблизительно одинаковые участки по числу узлов на процессоры. При данной организации вычислений все процессоры работают одновременно, каждый на своей расчетной области, что дает ускорение, затем происходит обмен значениями в дополнительно введенных точках, для этого значения из внутренних точек пересылаются в граничные значения на соседнем процессе.

### Параллельный алгоритм

- 1) Определим длину и ширину бассейна, а так же все необходимые константы используемые в уравнениях.
- 2) Определим число точек на каждый процесс (для MPI).
- 3) Проинициализируем массивы скоростей и давления для воды и для нефти, а так же вспомогательные массивы.
- 4) Объявим копии используемых массивов на устройстве (для CUDA).
- 5) Зададим координаты узла, где нефть пролилась в воду.
- 6) Основной цикл вычислений.

Для OpenMP:

- 6.1) Вычислим значения скоростей по оси  $Ox$  как для воды так и для нефти, для этого разбиваем расчетную область на 4 части, для каждой нити. Результаты переписываем во вспомогательный массив
- 6.2) Вычислим значения скоростей по оси  $Oy$  аналогично п. 4.1.
- 6.3) Вычисли поле давлений аналогично п. 4.1.

Для MPI:

- 6.1) Вычислим значения скоростей по оси  $Ox$ , при этом каждый процесс вычисляет значения на своей области. Результаты переписываем во вспомогательные массивы, определенные для каждого процесса в отдельности.
- 6.2) Вычислим значения скоростей по оси  $Oy$  аналогично п. 6.1.
- 6.3) Вычисли поле давлений аналогично п. 6.1.
- 6.4) Передача значений между соседними процессами в дополнительно введенные точки

Для CUDA:

- 6.1) Вычислим значения скоростей по оси  $Ox$ , для этого вызывается свое ядро отдельно для воды и для нефти. Результаты переписываем во вспомогательные массивы.
- 6.2) Вычислим значения скоростей по оси  $Oy$  аналогично п. 6.1.

- 6.3) Вычисли поле давлений аналогично п. 6.1.
- 6.4) Передача значений с устройства(device) на хост(host).
- 7) Печать в файл скоростей и давления для воды и для нефти.
- 8) Освобождение массивов.

Ядро расчета скоростей по оси x для нефти (CUDA) имеет вид:

```

__global__ void KernelUx(){
    float e1,e2,e3,e4,e5,e6,e7,e8;
    int i = blockIdx.x+1;
    int j = threadIdx.x+1;
    e1 = (DevKSI[i+1][j+1]+DevKSI[i+1][j-1])/2;
    e2 = (DevKSI[i-1][j+1]+DevKSI[i-1][j-1])/2;
    e3 = Devg*(e1-e2)/(2*Devh);
    e4 = Devl*DevUy[i][j]+e3-(DevR/(DevH*DevH) ) *DevUx[i][j];
    e5 = (DevUx[i+1][j]-2*DevUx[i][j]+DevUx[i-1][j])/(Devh*Devh);
    e6 = (DevUx[i][j+1]-2*DevUx[i][j]+DevUx[i][j-1])/(Devh*Devh);
    e7 = DevA*(e5 + e6);
    e8 = (e4 + e7-DevMU3*(DevUx[i][j]-Dev_a_Ux[i][j]))*DevTAU +
    DevUx[i][j];
    nDevUx[i][j]=e8;
}

```

Аналогично, выглядят ядра, вычисляющие скорости  $U_y$  и давления  $\xi(KSI)$  как для нефти так и для воды.

**Результаты моделирования**

Начальные значения: длина бассейна — 2 км, ширина — 1 км, глубина — 10 м, расстояние между узлами — 50 м, шаг по времени — 10 с, коэффициент трения внутри водяной массы — 1, коэффициент трения воды о дно — 5, коэффициент трения нефти о воду - 0.5, коэффициент трения внутри нефтяного пятна — 5, коэффициент трения воды о воздух — 0.2, коэффициент трения нефти о воздух — 0.1, нефть пролилась в узле (30, 15) .

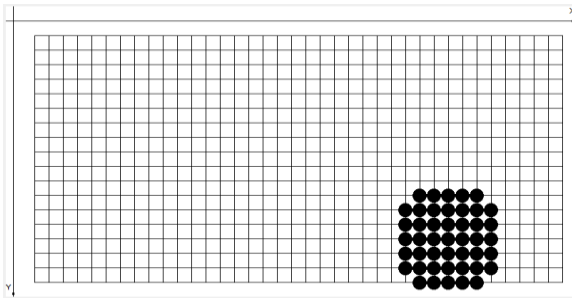


Рис. 1. Модель движения нефти по водной поверхности итерация 1

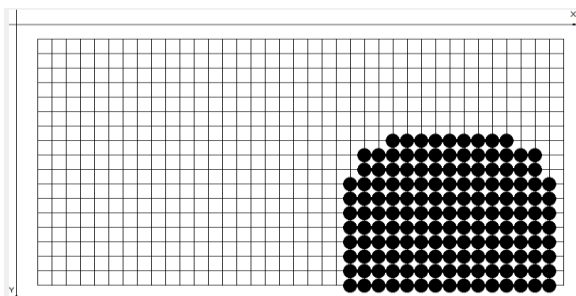


Рис. 2. Модель движения нефти по водной поверхности итерация 50

Полученная модель представлена на рис. 1 и 2, итерация — 1 и 50. Из данной модели видно, что со временем нефтяное пятно расширяется.

### **Вывод**

Таким образом, в ходе проделанной работы дифференциальные уравнения математической модели движения жидкости были представлены в виде разностных уравнений при помощи метода сеток, были разработаны параллельные алгоритмы на основе геометрического вида параллелизма и реализованы на различных системах параллельного программирования.

### **Библиографический список**

1. Филатов Е.Ю., Ясинский Ф. Н. Математическое моделирование течений жидкостей и газов. Иваново, 2007.
2. Материалы конференции. Энергия — 2011. Шестая региональная научно-техническая конференция студентов и аспирантов. Том 5. Иваново, 2011. Статья — Гидродинамика. Процессы разлива нефти по водной поверхности. - стр. 45.

*И.А. Закурин, маг;*

*рук. Ф.Н. Ясинский, д. ф.-м. н., проф.*

## **РЕАЛИЗАЦИЯ НА СУПЕРКОМПЬЮТЕРЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА В БОЛЬШИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ**

В работе рассматривается задача вычисления поля скоростей в двумерном объеме жидкости или газа с использованием современных средств параллельного программирования. Задача вычисления поля скоростей в

жидкости или газе может найти широкое применение при проектировании систем вентиляции помещений, больших городов, и других объектов.

Для вычисления использовалась следующая математическая модель (предполагается, что скорости всюду малы):

$$\frac{\partial U_x}{\partial t} + U_x \frac{\partial U_x}{\partial x} + U_y \frac{\partial U_x}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \nu \left( \frac{\partial^2 U_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U_x}{\partial y^2} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial U_y}{\partial t} + U_x \frac{\partial U_y}{\partial x} + U_y \frac{\partial U_y}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + \nu \left( \frac{\partial^2 U_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U_y}{\partial y^2} \right) \quad (2)$$

$$\frac{\partial P}{\partial t} = -b \left( \frac{\partial U_x}{\partial x} + \frac{\partial U_y}{\partial y} \right) \quad (3)$$

где  $U_x$  – скорость по координате  $x$ ,  $U_y$  – скорость по координате  $y$ ,  $P$  – давление,  $\rho$  – плотность,  $\nu$  – вязкость. При вычислении задачи на МВС пространство и время делаются дискретными. Для этого вводится шаг по времени  $\tau$  и шаг по пространству  $h$ . Таким образом, на область накладывается «сетка». По сравнению с работой [5] сделано несколько шагов в направлении развития исследования.

Во-первых, исследуемая область представляем собой прямоугольник с тремя отверстиями – два вверху слева и одно справа. Также в математическую модель движения вещества добавлены нелинейные члены (см. (2) и (3)), вследствие чего начинает появляться некоторая инерция движения (Рис 1).

$$U_x \frac{\partial U_x}{\partial x} : \quad U_{xij} > 0 : \quad U_{xij} \frac{U_{xij} - U_{xi-1j}}{h} \quad (4)$$

$$U_{xij} \leq 0 : \quad U_{xij} \frac{U_{xi+1j} - U_{xij}}{h} \quad (5)$$

$$U_y \frac{\partial U_x}{\partial y} : \quad U_{yij} > 0 : \quad U_{yij} \frac{U_{xij} - U_{xi-1j}}{h} \quad (6)$$

$$U_{yij} \leq 0 : \quad U_{yij} \frac{U_{xi+1j} - U_{xij}}{h} \quad (7)$$

$$U_x \frac{\partial U_y}{\partial x} : \quad U_{xij} > 0 : \quad U_{xij} \frac{U_{xij} - U_{xij-1}}{h} \quad (8)$$



$$U_{xij} \leq 0: U_{xij} \frac{U_{xij+1} - U_{xij}}{h} \quad (9)$$

$$U_y \frac{\partial U_y}{\partial y}: U_{yij} > 0: U_{yij} \frac{U_{xij} - U_{xij-1}}{h} \quad (10)$$

$$U_{yij} \leq 0: U_{yij} \frac{U_{xij+1} - U_{xij}}{h} \quad (11)$$

Во входные отверстия входит два потока – холодный и горячий. В модели также учитывается поле температур (12). Оно изменяется под действием движения воздуха и диффузии. Расчётная формула (13) получается при разложении формулы (12) в разностную схему. При расчёте поля скоростей производится учёт действия силы Архимеда (18), благодаря которой холодный воздух стремится опуститься вниз, а горячий – подняться вверх.

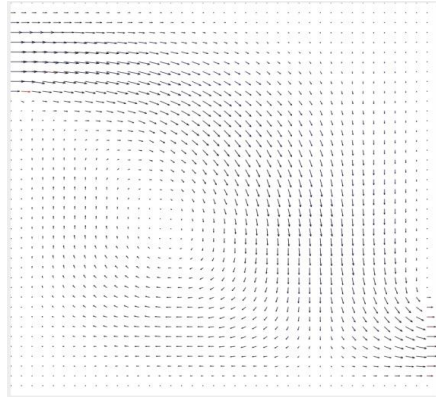


Рис 4. Результат вычислений после добавления нелинейных членов

$$\frac{\partial T}{\partial t} + U_x \frac{\partial T}{\partial x} + U_y \frac{\partial T}{\partial y} = \nu \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) \quad (12)$$

$$\frac{T_{ij}^{k+1} - T_{ij}^k}{\tau} + A + B = \nu \left( \frac{T_{i+1j}^k - 2T_{ij}^k + T_{i-1j}^k}{h^2} + \frac{T_{ij+1}^k - 2T_{ij}^k + T_{ij-1}^k}{h^2} \right) \quad (13)$$

$$A: U_{xij} > 0: U_{xij} \frac{T_{ij} - T_{i-1j}}{h} \quad (14)$$

$$U_{xij} \leq 0: U_{xij} \frac{T_{i+1j} - T_{xij}}{h} \quad (15)$$

$$B: \quad U_{yij} > 0: U_{yij} \frac{T_{ij} - T_{ij-1}}{h} \quad (16)$$

$$U_{yij} \leq 0: U_{yij} \frac{T_{ij+1} - T_{ij}}{h} \quad (17)$$

$$U_{ij}^{k+1} = U_{ij}^k + \alpha \tau T_{ij}^k \quad (18)$$

Где  $\alpha$ -некоторый коэффициент.

Результаты вычислений через несколько шагов показаны на Рис 2. По результатам видны пульсации потоков. При распараллеливании использовался геометрический параллелизм с разделением исследуемой области на приблизительно одинаковые по ширине полосы. Каждому процессору выделяется своя полоса. Ниже приведены результаты сравнения вариантов с использованием системы параллельного программирования на 4-х процессорах и однопроцессорной реализацией (матрица 140x140 точек).

Таблица 2. Сравнение быстродействия

Система	Однопроцессорный Вариант	МРІ	Ускорение
Время, сек.	148.16	37.95	3.9

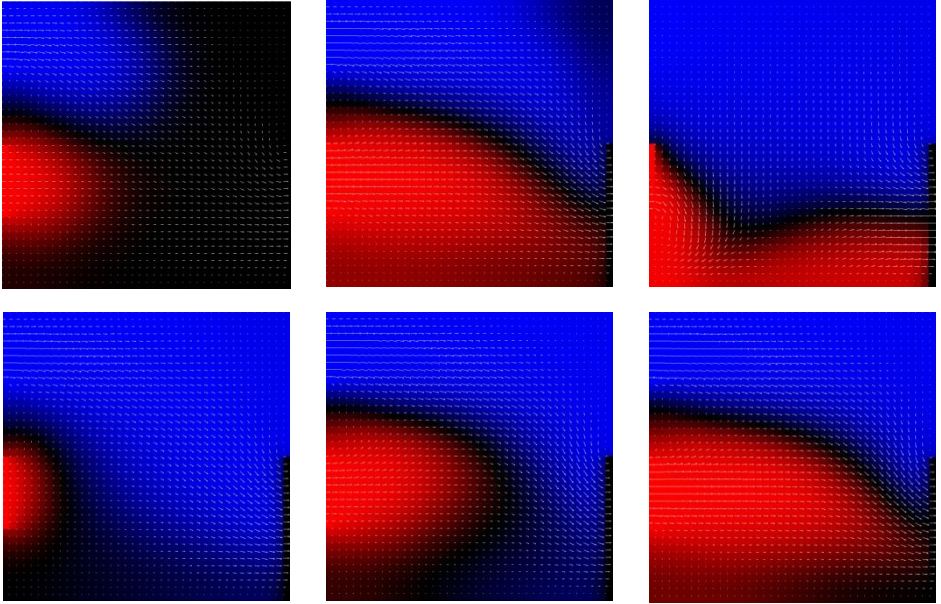
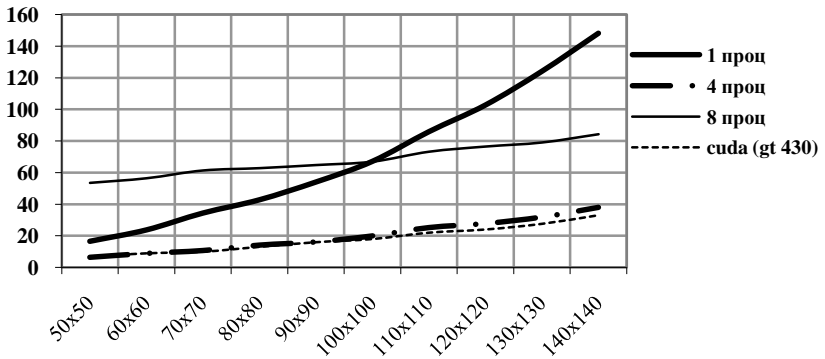


Рис 5. Результаты вычислений

Результаты распараллеливания задачи на системе MPI в зависимости от числа процессоров и количества точек по обеим сторонам квадратной матрицы представлены на следующей диаграмме:

Из диаграммы видно, что на приведённых размерностях матрицы



распараллеливание на 4-х процессорах даёт ощутимое ускорение (приблизительно в 3,9 раза), а распараллеливание на 8-ми процессорах – наоборот, даёт замедление расчёта. Такое поведение объясняется издержками на накладные расходы по распараллеливанию, в результате чего эффект на небольших размерностях получается обратным требуемому. Это может быть связано, в частности, с тем, что 4 процессора на используемом кластере имеют общую память, в то время как любое превышение этого числа процессоров неизбежно влечёт за собой использование более чем одного блока (1 блок – 4 процессора). Использование более чем одного блока, в свою очередь, влечёт использование сети для передачи данных между блоками, что гораздо медленнее, чем передача данных непосредственно через общую память блока. В качестве подтверждения этого факта было проведено распараллеливание задачи с существенно большей размерностью (700x700 точек) на 4-х и 8-ми процессорах. Время расчёта составило 3024,83 и 1965,28 секунд соответственно, т.е. в данном случае при увеличении числа процессоров ускорение было получено и в том случае, когда процессоры физически находились в разных блоках кластера. Также необходимо заметить, что результаты вычислений на графической карте NVidia GeForce GT430 с применением технологии Cuda сравнимы по времени выполнения с кластером их 2-х двухъядерных процессоров AMD Opteron 2,2 GHz. Недостатком данной технологии является сильный нагрев видеокарты, не позволяющий проводить длительные вычисления без дополнительного охлаждения.

В качестве перспектив дальнейшего развития стоит отметить применение других систем параллельного программирования (в частности, CUDA), реализацию теплообмена со стенами помещения и соответствующие изменения в параллельном алгоритме.

#### **Библиографический список**

1. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М.:Наука, 1978.
2. Самарский А.А. Введение в численные методы. – М.:Наука, 1978.
3. Лойцанский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1970.
4. [http://parallel.ru/tech/tech\\_dev/mpi.html](http://parallel.ru/tech/tech_dev/mpi.html) // Лаборатория Параллельных Информационных Технологий, НИВЦ МГУ.
5. Ясинский Ф. Н., Закурин И. А. Реализация математической модели вычисления поля скоростей в замкнутом двумерном объёме на МВС // Материалы региональной научно-технической конференции студентов и аспирантов / ИГЭУ. – 2011. – Том 5. – С.49-54.
6. Филатов Е. Ю., Ясинский Ф. Н. Математическое моделирование течений жидкостей и газов. ГОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И.Ленина». – Иваново, 2007.
7. Ясинский Ф. Н., Кокорин А. С. Математическое моделирование процессов вентиляции и отопления в больших производственных, культурных и спортивных помещениях // Вестник ИГЭУ. – 2010. - №3. – С.90-92.

*В.Б. Краснов, маг,  
рук. Ф.Н.Ясинский д.ф-м.н.,проф.*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ НА НОГОПРОЦЕССОРНОМ СУПЕРКОМПЬЮТЕРЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ И ГОРЕНИЯ ГАЗОВ**

В прошлой статье[2] был рассмотрен процесс перемешивания и горения двух газов. Для ускорения вычислений следует распараллелить задачу моделирования процесса на CUDA. Основным понятием в CUDA является нить. Она представляет собой отдельный процесс, который вычисляет значения отдельной точки. Нити объединяются в блоки, а блоки в решетку. Чтобы точно посчитать данную задачу необходимо синхронизировать на каждом шаге все нити, но в CUDA во время выполнения ядра синхронизация возможна только между нитями внутри блока, все нити синхронизируются только при перезапуске ядра, что замедляет процесс вычислений. Потому распараллеливание моделирования этого процесса на CUDA может пойти двумя путями:

1. Одна итерация на один запуск ядра. В этом случае получаются точные значения, но меньшее ускорение.
2. Много итераций на один запуск ядра В этом случае будет небольшая погрешность, но ускорение будет максимально.

Ниже представлены результаты вычислений для второго случая:

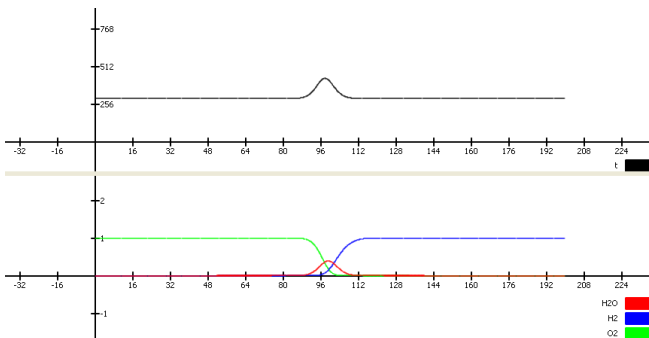


рис 1. Состояние системы через 10 сек.

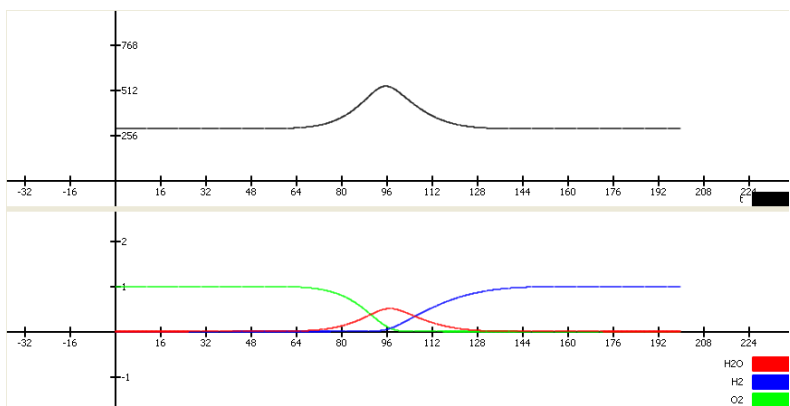


рис 2. Состояние системы через 100 сек.

Результаты для первого случая нет смысла приводить, так как они полностью совпадают с однопроцессорным алгоритмом.

Результаты второго варианта отличаются от результатов, полученных после расчета задачи однопроцессорным вариантом алгоритма менее чем на 0.1. В первом случае задача посчитана в 40 раз быстрее, а во втором в 200 раз быстрее.

Поскольку результаты не сильно отличаются, а ускорение велико следует использовать второй вариант.

У приведенного алгоритма расчета, в том числе однопроцессорного, есть один недостаток.

На графиках видно, что в разных частях скорость реакции разная, потому можно сделать побольше шаг по времени на тех участках, где скорость реакции небольшая и поменьше, где реакция идет быстрее. Следует учесть, что время на всех участках области должно быть одинаковое, потому прежде чем делать шаг по времени в одной из точек области, необходимо убедиться, что в соседних точках время не меньше времени в этой точке. Кроме того, чтобы в итоге все точки области пришли к одному моменту времени, большие шаги по времени должны быть кратны меньшим шагам по времени. Исходя из вышесказанного, следует кроме шага по времени использовать коэффициент шага – число, на которое умножается шаг. Это число разное для всех точек и зависит от того на какую величину изменилась концентрация и температура в конкретной точке, а так же от величины коэффициента шага в соседних точках и не может быть больше, чем в два раза минимальной величины шага в соседних точках.

Чтобы на большом шаге сохранить систему устойчивой, необходимо изменить явную разностную схему, которая используется для решения дифференциальных уравнений с явной на гибридную:

$$C_{O_2 k+1}^i = \frac{\frac{\tau D_{O_2}}{h^2} (C_{O_2 k}^{i+1} + C_{O_2 k}^{i-1}) + C_{O_2 k}^i}{1 + 2 * \frac{\tau D_{O_2}}{h^2}}$$

$$C_{H_2 k+1}^i = \frac{\frac{\tau D_{H_2}}{h^2} (C_{H_2 k}^{i+1} + C_{H_2 k}^{i-1}) + C_{H_2 k}^i}{1 + 2 * \frac{\tau D_{H_2}}{h^2}}$$

$$T_{k+1}^i = \frac{\frac{\tau A}{h^2} (T_k^{i+1} + T_k^{i-1}) + T_k^i}{1 + 2 * \frac{\tau A}{h^2}}$$

Вместо  $\tau$  следует использовать выбранный шаг по времени, умноженный на коэффициент по времени в данной точке.

Результат:

Задача посчитана со следующими параметрами:

$$h = 0.1$$

$$\tau = 0.02$$

$k$ (коэффициент шага по времени) = 1..32(32 при отсутствии изменений, 1 при изменении концентрации или температуры на 0.01 и больше.

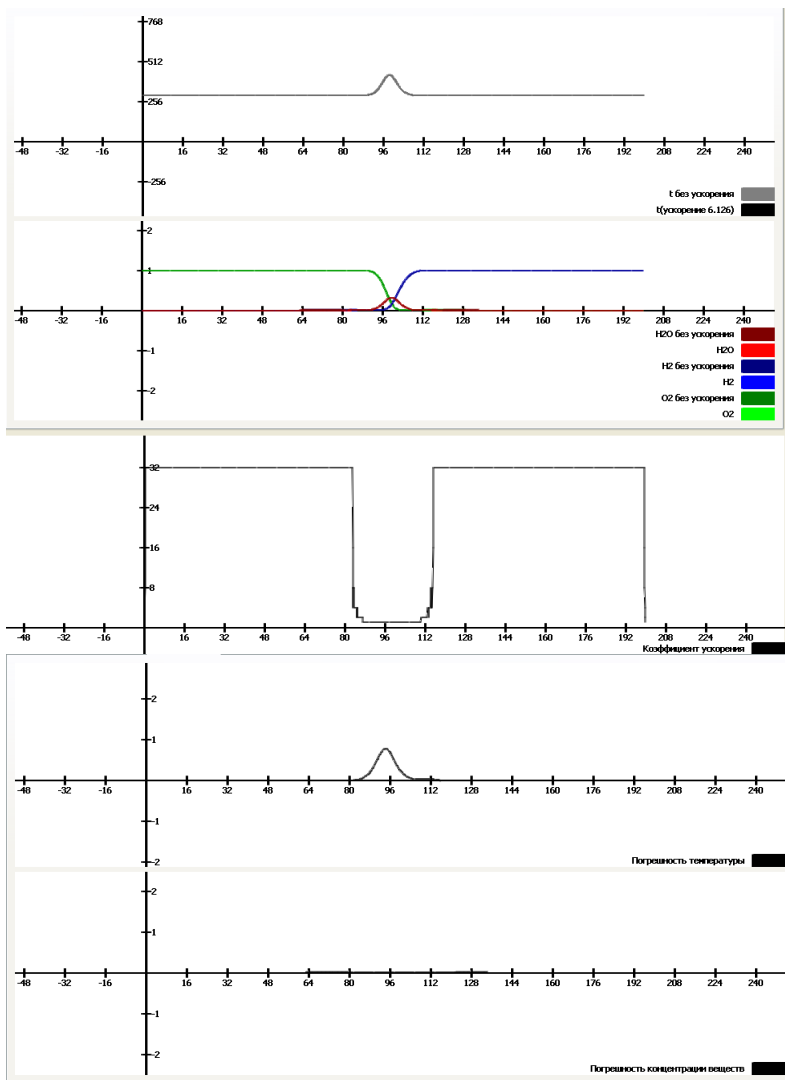


рис 3. Состояние системы, а так же погрешность температуры и концентрации газов по сравнению с решением с постоянным шагом через 10 секунд.



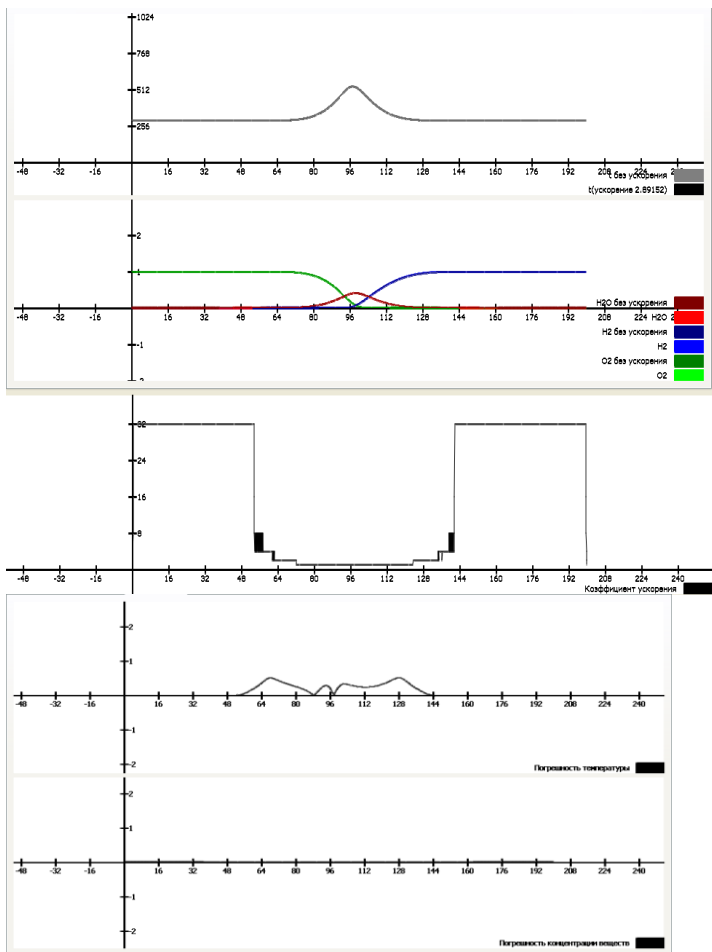


рис 4. Состояние системы, а так же погрешность температуры и концентрации газов по сравнению с решением с постоянным шагом через 100 секунд. Таким образом получено ускорение вычислений в 4-5 раза при погрешности температуры и концентрации ниже 1%.

#### Библиографический список

1. **Боровкин Л.А.** Основы теории горения топлива. Иваново. 1979.
2. **Ясинский Ф. Н.,Краснов В.Б.** Кинетика гомогенных процессов горения. // материалы региональной конференции студентов и аспирантов ИГЭУ. - Иваново. - 2011. - С.59-62.

Кулешов М.А., маг. рук. Чернышѣва Л.П., ст. пр., Ясинский Ф.Н. д.ф-м.н., проф.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ВЕЩЕСТВА В ПОЛЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

Целью данной работы является изучение поведения вещества, которое находится в поле действия излучения высокой интенсивности.

Примером практической задачи, которая может быть решена во время выполнения данной работы – это моделирование столкновения космических тел. При столкновении тел на больших скоростях происходит практически мгновенный нагрев тела в конкретной его части, а далее эта энергия удара начинает распространяться по всему телу, меняя его плотность в разных участках. Такое взаимодействие может привести к разрушению тела. Рассмотрим математическую модель в виде системы дифференциальных уравнений:

$$\rho_{Я} \frac{dV_i}{dt} = - \frac{\partial P_{Я}}{\partial z}$$

$$P_{Я} = \rho_{Я} R T_{Я}$$

$$c_v \rho_{Я} \frac{dT_i}{dt} = -P_{Я} \frac{\partial V_{Я}}{\partial z} - \lambda \frac{\partial^2 T_{Я}}{\partial z^2} - \frac{c}{3\chi} \frac{\partial^2 U_{Я}}{\partial z}$$

$$\frac{c}{3\chi} \frac{\partial^2 U_{Я}}{\partial z} + \chi c U_{Я} = 4\sigma \chi T_{Я}^4$$

, где

$\rho_{Я}$  – плотность вещества в отдельно взятой ячейке

$V_i$  – скорость движения отдельно взятой частицы  $i$

$P_{Я}$  – давление в отдельно взятой ячейке

$T_{Я}$  – температура в отдельно взятой ячейке

$c_v$  – удельная теплоёмкость вещества

$T_i$  – температура отдельно взятой частицы  $i$

$V_{Я}$  – средняя скорость движения частиц в отдельно взятой ячейке

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности

$U_{я}$  – плотность лучистой энергии в отдельно взятой ячейке

$R$  – газовая постоянная

$\chi$  – коэффициент поглощения излучения

$c$  – скорость света

Для решения данной системы дифференциальных уравнений будем использовать метод частиц в ячейках, для этого разобьём данное тело вдоль оси  $z$  на ячейки шириной  $h$ . В начальный момент времени в каждой ячейке будет содержаться равное количество частиц распределённых случайно вдоль оси  $z$ . По мере прохождения процесса, частицы будут получать приращение скорости, и будут менять свои координаты, переходя из одной ячейки в другую. Такие переходы будут вызывать изменения плотности, давления, температуры в ячейках и вновь влиять на изменение скорости частиц.

Целесообразно производить расчёт до того момента времени когда хотя бы одна частица получит координату, которая находится вне расчётного тела.

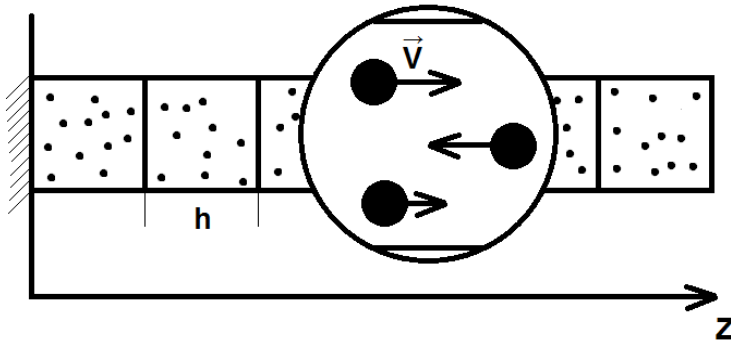


Рисунок 3. Схематическое изображение модели

Для расчёта плотности лучистой энергии будем использовать метод прогонки, а для остальных уравнений – явную разностную схему. Используя шаг по времени -  $\tau$  и шаг по пространству –  $h$ , получаем следующие расчётные уравнения.

Расчёт плотности лучистой энергии:

$$a = \frac{1}{h^2}, b = 3 \cdot \chi^2, c_j = \frac{4b \cdot \sigma \cdot T_j^4}{C}, d_j = -2a + a \cdot L_j + b$$

$$L_{j+1} = \frac{-a}{d}, M_{j+1} = \frac{c - a \cdot M_j}{d}$$

$$U_{j-1}^{k+1} = L_j \cdot U_j^{k+1} + M_j$$

Расчёт плотности, давления и температуры в ячейках:

$$\rho_j^k = \frac{m \cdot N_j^k}{h}$$

$$P_j^k = \rho_j^k \cdot R \cdot T_j^k$$

$$T_j^k = \frac{\sum_i T_i^k}{N_j^k}$$

Расчёт средней скорости движения частиц в ячейках:

$$V_j^k = \frac{\sum_i V_i^k}{N_j^k}$$

Расчёт скорости, положения и температуры отдельно взятых частиц:

$$V_i^{k+1} = V_i^k - \tau \frac{P_{j+1}^k - P_{j-1}^k}{2 \cdot h \cdot \rho_j^k}$$

$$X_i^{k+1} = X_i^k + \tau \cdot V_i^k$$

$$T_i^{k+1} = T_i^k + \frac{\tau}{C_v \cdot \rho_j^k} \cdot \left( \begin{array}{c} -P_j^k \cdot \frac{V_{j+1}^k - V_j^k}{h} - \\ \lambda \cdot \frac{T_{j+1}^k - 2T_j^k + T_{j-1}^k}{h^2} - \\ \frac{C}{3 \cdot \chi} \cdot \frac{U_{j+1}^k - 2U_j^k + U_{j-1}^k}{h^2} \end{array} \right)$$

В данной задаче целесообразно использовать геометрический тип параллелизма, т.к. все процессы за исключением распределения плотности лучистой энергии зависят только от значений на предыдущей итерации.

Так же возможно применение функционального параллелизма, т.к. существует несколько независимых друг от друга процессов.

Наиболее подходящим, на мой взгляд, подходом к распараллеливанию данной задачи будет совмещение функционального и геометрического параллелизма, таким образом, что сначала будет рассчитываться независимые друг от друга процессы на разных процессорах, а затем будет запущен цикл расчёта процесса который зависит от результатов полученных на предыдущем шаге. И этот процесс будет рассчитывать в разных областях разными процессорами.

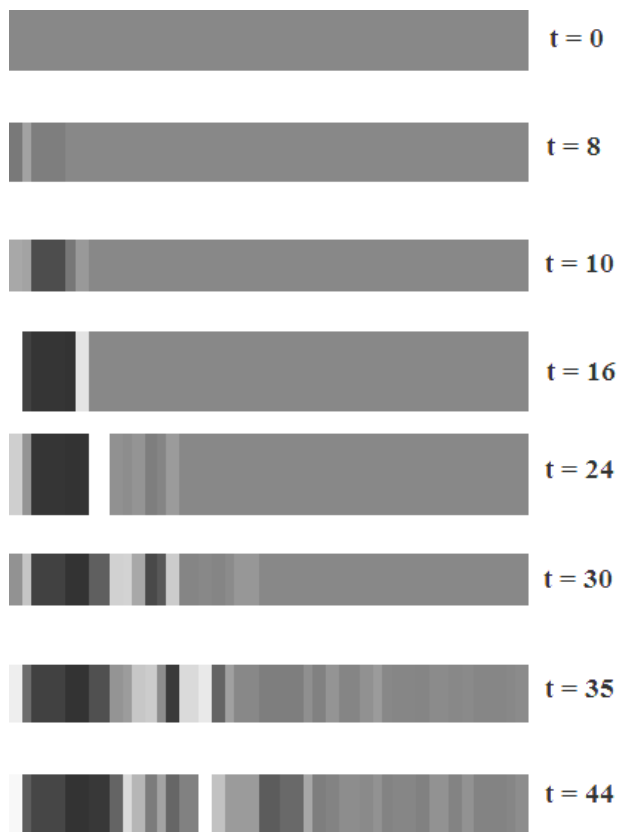


Рисунок 4. Распределение плотности внутри тела с течением времени

В ходе выполнения программы получаем рисунки распределения плотности, давления и температуры внутри тела. Для примера рассмотрим плотность. Мы можем наблюдать на Рисунке 2, как происходит её распределение: тёмные участки указывают на низкую плотность, серые - на нормальную, а белые - на высокую. Также мы можем заметить, как возникает чередование областей высокой и низкой плотности, что говорит о присутствии волнового процесса внутри тела.

Для дальнейшего исследования следует использовать дифференциальные уравнения для двумерного или трёхмерного случая, а также изучить возможности других типов параллелизма по применимости к данной задаче.

#### Библиографический список

1. А.Н. Тихонов, А.А. Самарский. Уравнения математической физики. – М.:Издательство МГУ, 1999. – 798 с.
2. Филатов Е.Ю., Ясинский Ф.Н. Математическое моделирование течений жидкостей и газов: Учеб. Пособие / ГОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2007. – 84 с.
3. Э.Ф. Балаев, Н.В. Нуждин, В.В. Пекунов, С.Г. Сидоров, Л.П. Чернышёва, И.Ф. Ясинский, Ф.Н. Ясинский. Численные методы и параллельные вычисления для задач механики жидкости, газа и плазмы: Учеб. Пособие / ГОУ ВПО «Ивановский Государственный Энергетический Университет им. В.И. Ленина». – Иваново, 2003. – 336 с.

*А. С. Мочалов, асп., рук.:*  
*Ф. Н. Ясинский д. ф.-м. н., проф.*

## РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЕ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ РАСПОЗНАВАНИЮ БОЛЬШОГО КОЛИЧЕСТВА ОБРАЗОВ

Представим, что нам нужно создать систему распознавания очень большого количества образов, использующую нейронные сети для распознавания. Естественно, что чем больше обучающая выборка, тем дольше должно проводиться обучение сети до получения приемлемого результата распознавания.

Однако процесс обучения нейронной сети можно распараллелить, таким образом, ускорив обучение. Условимся, что для обучения мы будем использовать алгоритм обратного распространения ошибки. Самый очевидный способ в данном случае – использовать тот факт, что при обучении, весовые коэффициенты отдельно взятого нейрона корректируются независимо от весов прочих нейронов того же слоя. Таким образом, мы сможем выделить некие сегменты внутри сети, обратное распространения сигнала по которым мы можем рассчитывать независимо (см. рис. 1).

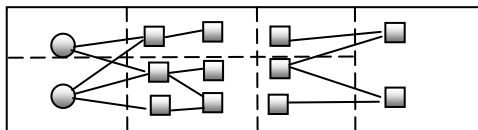


Рис. 1. Схематичная демонстрация способа распараллеливания обучения нейронной сети.

Стоит отметить, что данный способ распараллеливания может быть использован и при прямом распространении сигнала.

Однако в данном случае мы рассмотрим иной, менее привычный способ. А именно – вместо распараллеливания самого процесса обучения одной нейронной сети, мы используем множество нейронных сетей, каждая из которых будет учиться работать со своей областью выборки.

Фактически предлагается выделить из общей выборки группы образов, каждую из которых следует соотнести с отдельной нейронной сетью. Таким образом, каждая нейронная сеть условно станет специалистом по своей части выборки. Ближайший образный пример из реальной жизни, упрощающий понимание сути способа – «мозговой штурм» проблемы группой специалистов из разных областей знаний.

Введем ряд терминов (см. рис.2). [1]

*Область компетенции процесса* – группа образов, которые обязана различать выбранная нейронная сеть.

*Область вне компетенции* – группа образов, которые нейронная сеть не должна различать, а лишь определять, что они не относятся к её области компетенции.

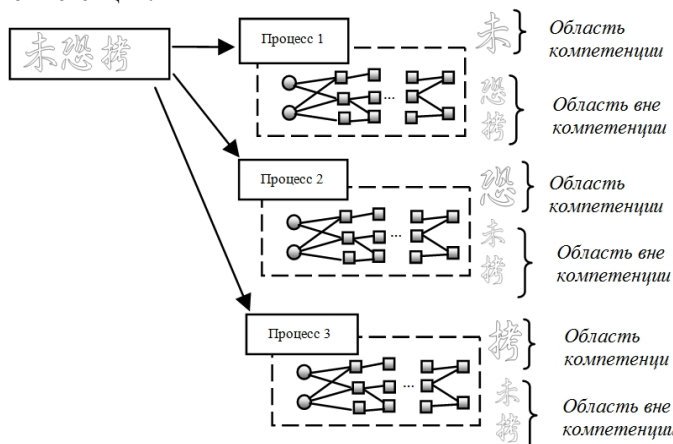


Рис. 2. Простейший пример распределение образов по нейронным сетям в выбранном способе распараллеливания на примере задачи распознавания 3-х иероглифов при использовании MRI.

Таким образом, каждая отдельная нейронная сеть будет тренироваться работе с меньшим количеством образов, нежели пришлось бы одной нейронной сети в данной выборке, поскольку *область вне компетенции* будет считаться за один класс образов.

После обучения, каждая нейронная сеть на каждом процессе [1]:



- Должна вернуть некое числовое значение, определяющее степень уверенности, что входной образ принадлежит к её *области компетенции*;
- Должна вернуть код распознанного символа из своей *области компетенции*.

Также обучение каждой нейронной сети будет вестись независимо от других нейронных сетей, что положительно сказывается на скорости обучения, поскольку нет необходимости в обмене данными между отдельными сетями на этапе обучения.

Однако предложенный алгоритм имеет следующие недостатки:

- Несмотря на то, что каждая нейронная сеть и не должна различать свои символы из *области вне компетенции*, но, тем не менее, она должна определять принадлежность входного образа к ним. Таким образом, в обучающую выборку текущей нейронной сети должны входить образы из области компетенции других нейронных сетей;
- Возможен конфликт интересов нейронных сетей. То есть ситуация, когда одна нейронная сеть ошибочно опознает поданный на распознавание образ как образ из своей *области компетенции* и вернет большую степень уверенности в принадлежности входного образа к своей *области компетенции*, чем та сеть, которая действительно училась распознаванию поданного на вход образа, что повлечет за собой ошибку распознавания;
- Алгоритм обучения должен заканчивать свою работу только после того, как обучиться **каждая** нейронная сеть. В случае если *области компетенции* будут очень разнородными или ощутимо различаться по количеству образов, то вполне возможна, задержка даже из-за того, что, например, дообучается всего одна нейронная сеть, когда остальные уже обучены;
- Необходимость такого распределения выборки по *областям компетенции*, которое обеспечит по возможности близкое время обучения всех нейронных сетей
- Необходимость подбора по возможности оптимальной структуры каждой нейронной сети под конкретную *область компетенции*.

Остановимся подробнее на необходимости подбора структуры сети и распределению входной выборки по областям компетенции.

Дело в том, что характер выборки может повлиять на скорость обучения. Кроме того, характер выборки должен быть учтён при выборе структуры каждой нейронной сети в нашем параллельном алгоритме.

Слишком большое количество нейронов в скрытом слое ухудшает обобщающие способности нейронных сетей. Поэтому количество нейронных элементов в скрытом слое должно быть меньше количества тренировочных

образцов. С другой стороны, при слишком малой размерности скрытого слоя можно попасть в нежелательный локальный минимум или процесс обучения будет слишком длительным [2].

Для нас же желательно, чтобы время обучения на всех нейронных сетях было примерно одинаковым, поскольку иначе возможны задержки обучения системы из-за, условно, «неравномерной нагрузки» на сети.

То есть структуру сети, необходимо подбирать с учётом *области компетенции* нейронной сети.

Теоретически ситуация упрощается, если выборку по *областям компетенции* нейронных сетей удалось распределить равномерно и при этом области компетенции имеют, условно, похожий вид.

Разбивать всю выборку по областям компетенции можно используя мощность сигнала. В случае распознавания символов мы, например, можем использовать количество точек во входном растре.

Также можно использовать пространственные признаки входных образов. Если мы работаем, например, с системой распознавания текста, то мы можем распределять выборку по областям компетенции по признаку наличия определенного количества точек в определенной области входного изображения (см. рис.3).

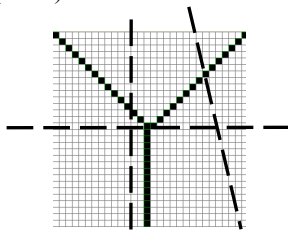


Рис. 3. Пример выбора областей входного образа для классификации.

Однако вопросы распределения выборки по областям компетенции и подбор наилучшей структуры нейронной сети ещё недостаточно проработаны. Необходимо продолжать работу в этом направлении.

#### **Библиографический список:**

1. Мочалов А. С. «Распознавание иероглифических текстов при помощи нейронных сетей на многопроцессорных системах». Научно техническая конференция «Энергия-2011».
2. Головкин В. А. Нейронные сети: обучение, организация и применение. Кн. 10: Учеб. пособие для вузов / Общая ред. А. И. Галушкина. - М.: ИПРЖР, 2000.: ил. (Нейрокомпьютеры и их применение).

## **МНОГОПРОЦЕССОРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МНОГОЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ**

Среди множества методов многоэкстремальной оптимизации можно выделить обособленный класс алгоритмов, которые используют вероятностные механизмы при поиске решений. В данной работе были рассмотрены два метода принадлежащих к классу стохастических методов с не гарантированным временем схождения. Это алгоритмы муравья и имитации отжига.

### **Муравьиный алгоритм.**

Муравьиный алгоритм (алгоритм оптимизации подражанием муравьиной колонии, англ. ant colony optimization, ACO) — один из эффективных полиномиальных алгоритмов для нахождения приближённых решений задачи коммивояжёра, а также аналогичных задач поиска маршрутов на графах. Суть подхода заключается в анализе и использовании модели поведения муравьёв, ищущих пути от колонии к источнику питания и представляет собой метаэвристическую оптимизацию. Первая версия алгоритма, предложенная доктором наук Марко Дориго 1992 году, была направлена на поиск оптимального пути в графе.

В основе алгоритма лежит поведение муравьиной колонии — маркировка более удачных путей большим количеством феромона. Работа начинается с размещения муравьёв в вершинах графа (городах), затем начинается движение муравьёв — направление определяется вероятностным методом, на основании интенсивности феромона на альтернативных путях.

Каждый муравей хранит в памяти список пройденных им узлов. Этот список называют списком запретов (tabu list) или просто памятью муравья. Выбирая узел для следующего шага, муравей «помнит» об уже пройденных узлах и не рассматривает их в качестве возможных для перехода. На каждом шаге список запретов пополняется новым узлом, а перед новой итерацией алгоритма — то есть перед тем, как муравей вновь проходит путь — он опустошается.

Вероятность выбора альтернативного ребра графа определяется по формуле (1):

$$(1) \quad p_{ij} = \frac{t_{ij}^{\alpha} * \frac{1}{w_{ij}^{\beta}}}{\sum_{l \in S_i} (t_{ij}^{\alpha} * \frac{1}{w_{ij}^{\beta}})},$$

где  $S_i$  – это множество допустимых переходов из вершины  $i$ ;  $w_{ij}$  - это вес ребра  $(ij)$ , а  $t_{ij}$  – интенсивность феромона на нем;  $p_{ij}$  – это вероятность перехода из вершины  $i$  в вершину  $j$ ;  $\alpha$  и  $\beta$  – это регулируемые параметры, определяющие важность составляющих (веса ребра и уровня феромонов) при выборе пути. Очевидно, что при алгоритм превращается в классический жадный алгоритм, а при он быстро сойдется к некоторому субоптимальному решению. Выбор правильного соотношения параметров является предметом исследований, и в общем случае производится на основании опыта. После того, как муравей успешно проходит маршрут, он оставляет на всех пройденных ребрах след, обратно пропорциональный длине пройденного пути(2):

$$(2) \quad \Delta_{ij} = \begin{cases} \frac{k}{L}, & (ij) \in P \\ 0, & (ij) \notin P \end{cases},$$

$L$  – длина пути,  $k$  – регулируемы параметр,  $P$  – множество пройденных ребер. Кроме этого, следы феромона испаряются, то есть интенсивность феромона на всех ребрах уменьшается на каждой итерации алгоритма. Таким образом, в конце каждой итерации необходимо обновить значения интенсивностей (3):

$$(3) \quad t_{ij} = (1 - e) * (t_{ij} + \Delta t_{ij})$$

Параллельная реализация метода выполнена в среде MPI.

Параллельный алгоритм включает в себя следующие шаги:

1. Выбор альтернативных ребер для перехода
2. Вычисление вероятностей перехода для каждой альтернативы
3. Определение следующей вершины, используя встроенный генератор случайных чисел и учитывая вероятностную характеристику для каждой альтернативы
4. Перерасчет уровня интенсивности феромона на ребрах

На каждом процессе происходит выполнение операций для одного или нескольких муравьев, а в конце каждой итерации ведущий процесс собирает данные об изменении уровня феромона и выполняет глобальное обновление уровней феромона.

#### **Алгоритм имитации отжига.**

Алгоритмы имитации отжига в процессе поиска оптимального решения с некоторой вероятностью допускают переход в состояние с более высоким значением целевой функции. Это свойство позволяет им выходить из локальных оптимумов. Принципы, положенные в основу работы алгоритмов, можно объяснить на следующей физической аналогии. Представим себе шарик в коробке, внутренняя поверхность которой соответствует ландшафту целевой функции. При сильном встряхивании коробки в горизонтальном направлении шарик может переместиться из произвольной точки в любую другую. При постепенном уменьшении силы встряхивания будет достигнуто условие, когда эта сила обеспечивает перемещение шарика из одного локального минимума в другой, но недостаточна для того, чтобы шарик мог переместиться из некоторой окрестности глобального оптимума. При дальнейшем уменьшении силы встряхивания до нуля шарик остановится в точке глобального минимума.

Для многих NP-трудных задач наилучшие решения были получены алгоритмами имитации отжига. Однако их недостатком высокая вычислительная сложность. Это обусловлено тем, что для получения хорошего решения требуется очень медленное понижение вероятности перехода в состояние с более высоким значением целевой функции, которое приводит к большому числу итераций алгоритма.

Итерация алгоритма включает в себя следующие этапы:

4. Создание начального решения.
5. Создание промежуточного решения (корректного с точки зрения условий задачи)
6. Вычисление значения оценочной функции для промежуточного решения
7. Выбор нового текущего решения.

На этапе выбора нового текущего решения происходит сравнение оценочных функций существующего решения и промежуточного. В случае, если

$$F(R_{\text{тек}}) \leq F(R_{\text{промеж}}),$$

то новое текущее решение устанавливается равным старому.

В противном случае вычисляется вероятность принятия промежуточного решения по формуле (4):

$$(4) \quad p = e^{\frac{-\Delta F}{T}},$$

где  $p$  – вероятность принятия нового решения,  $\Delta F$  – это разность значений оценочной функции для текущего и промежуточного решений, а  $T$  – это численный параметр, характеризующий степень принятия худшего решения на данной итерации (параметр температуры).

В ходе выполнения итераций параметр  $T$  изменяется по формуле (5):

$$(5) \quad T_{i+1} = \alpha * T_i, \alpha < 1$$

Для решения задач поиска кратчайшего пути на графе данным методом при генерации использовались метод создания промежуточного решения путем перемены местами двух случайных вершин в пути (являющимся текущим решением).

Параллельная реализация алгоритма выполнена в среде MPI. Используется параллельный запуск алгоритма с периодическим обменом информацией о полученных решениях, при этом узлы вычислительной системы производят рестарт имитации отжига из найденных решений с наименьшим значением целевой функции. Обмен информацией о найденных узлах осуществляется через заданное параметром число итераций.

#### **Результаты работы параллельных программ.**

Параллельные программы, реализованные в среде MPI, были запущены на вычислительном кластере ИГЭУ для решения задачи коммивояжера на тестовом примере, содержащим 100x100 узлов графа. При этом было подсчитано точное оптимальное решение, стоимость которого составила 804 ед. Затем были проанализированы практические результаты решения данной задачи с помощью параллельных реализаций алгоритмов муравья и имитации отжига. Результаты работы программ представлены в табл. 1.

Табл. 1. Результаты работы параллельных программ.

Алгоритм	Число процессов	Найденное решение	Время выполнения
Алгоритм муравья	20 процессов MPI	998 ед.	0.99 сек.
Алгоритм имитации отжига	20 процессов MPI	1081 ед.	399.5 сек.

Как известно, для NP-сложных задач гарантируется нахождение приближенного решения не более чем в 2 раза хуже, по сравнению с

оптимальным. Данные реализации алгоритмов находят приближенное решение довольно близкое к точному.

### **Заключение**

Рассмотренные алгоритмы позволяют эффективно решать задачи многоэкстремальной оптимизации, без перебора всех возможных решений. Параллельная реализация алгоритма муравья позволяет значительно сократить время схождения метода и повысить точность найденного решения. Что касается параллельной реализации алгоритма имитации отжига, то работа алгоритма требует на 2 порядка больше времени для нахождения решения сходной точности с алгоритмом муравья. В данном случае это связано с реализацией алгоритма в среде с раздельной памятью. Алгоритм имитации отжига, в текущей реализации, требует значительного объема передаваемых данных между процессами (для синхронизации в конце каждой итерации алгоритма). Поэтому, следующим этапом исследований алгоритмов будет их реализация в среде OpenMP с общей памятью.

### **Библиографический список.**

1. **М. Tim Jones.** Al Application Programming. Charles River Media, 2003
2. **А. В. Калашников, В. А. Костенко.** Параллельный алгоритм имитации отжига для построения многопроцессорных расписаний. Известия РАН. Теория и системы управления, 2008., N.3, С.101-110.
3. **Лопатин А.С.** Метод отжига. Статья по адресу: <http://www.math.spbu.ru/user/gran/sb1/lopatin.pdf>

*Обжерин И.А.,*

*науч. рук. д.ф.-м.н., проф. Ясинский Ф.Н.*

## **РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЕ ВЫЧИСЛЕНИЙ КРАТНЫХ ИНТЕГРАЛОВ ПО ТЕХНОЛОГИИ CUDA**

В ходе решения многих задач моделирования физических систем приходится рассчитывать сложные n-кратные интегралы. В качестве примера можно привести задачи квантовой механики на расчет молекулярных структур, решаемые методом Хартри-Фока. При этом решается уравнение

$$\sum_q F_{pq} C_{qi} = \varepsilon_i \sum_q S_{pq} C_{qi} \quad (1)$$

де известны F и S, причем

$$F_{pq} = H_{pq} + \sum_{p_1, q_1} D_{p_1, q_1} (2I_{pq p_1 q_1} - I_{pp_1 q q_1}), \quad (2)$$

$$D_{p_1 q_1}^{<k>} = \sum_{j=1}^{n/2} C_{p_1 j}^{<k-1>} C_{q_1 j}^{<k-1>} \quad (3)$$

Компоненты S, H и I представляют собой интегралы:

$$S_{pq} = \int \chi_p(\vec{r}) \chi_q(\vec{r}) d\vec{r}, H_{pq} = \int \chi_p(\vec{r}) \left[ -\frac{\Delta^2}{2} - \sum_a \frac{Z_a}{|\vec{r} - R_a|} \right] \chi_q(\vec{r}) d\vec{r} \quad (4)$$

$$I_{pq_1q_2} = \int \chi_p(\vec{r}_1) \chi_q(\vec{r}_1) \frac{1}{|\vec{r}_{12}|} \chi_{p_1}(\vec{r}_2) \chi_{q_1}(\vec{r}_2) d\vec{r}_1 d\vec{r}_2 \quad (5)$$

Поскольку задача рассчитывается в трехмерном пространстве, вектор  $d\vec{r}$  представляется в виде произведения трех компонентов  $dx dy dz$ . Это означает, что S и H – тройные интегралы, а I – шестикратный.

$\chi_p(\vec{r})$  - базисная функция, которая в нашем случае представляет собой линейную комбинацию гауссовых функций. В качестве примера возьмём функцию вида

$$\chi_s(\vec{r}) = \sum_{i=1}^{N_s} c_{is} e^{-a_{is} r^2} \quad (6)$$

Наиболее простой способ расчета подобных интегралов – метод сеток. Суть метода заключается в том, что на каждом измерении ограничивается пространство, на котором вычисляется интеграл. А затем последовательно по каждому измерению с заданным шагом перебираются значения координат. Каждый набор координат определяет ячейку пространства, в которой вычисляется значение интегрируемой функции, умножается на шаг интегрирования (произведение значений шага по каждому измерению) и прибавляется к итоговому значению интеграла.

Этот алгоритм чрезвычайно прост в реализации, но требует  $10^9$  итераций для относительно небольшой трехмерной сетки  $10^3 \times 10^3 \times 10^3$ . Значительного ускорения можно добиться при помощи использования параллельных вычислений. В данном случае была использована технология CUDA, которая позволяет порождать множество отдельных независимых потоков (нитей), что хорошо вписывается в концепцию метода сеток.

Выполнение алгоритма на CUDA разделяется на две части: host(использование CPU и оперативной памяти) и device(GPU и памяти графического устройства). На стороне host определяются размеры сетки, выделяется память на устройстве, а также определяются параметры запуска функций на стороне устройства. Главным параметром настройки является размер блока нитей и их число. Общее число нитей в блоке не должно



превышать возможностей устройства. При этом число нитей может задаваться 1-, 2- и 3-мерными структурами. В нашем случае логичнее всего использовать трехмерные блоки  $8 \times 8 \times 4$  (256 нитей на блок – максимальное значение для используемого устройства). Число блоков также определяется трехмерной структурой, размеры которой по каждому измерению вычисляются как

$$\text{grid.x} = \text{grid.x}/\text{block.x} + (\text{grid.x}\% \text{block.x} \neq 0); \quad (7)$$

С указанными параметрами запускается процедура на устройстве, которая рассчитывает значение интегрируемой функции на каждой ячейке и записывается в массив, расположенный на устройстве. Внутри нити координаты ячейки вычисляются следующим образом:

$$\text{r.x} = (\text{threadIdx.x} + \text{blockIdx.x} * \text{blockDim.x}) * \text{step.x} + \text{min.x}; \quad (8)$$

Здесь `threadIdx`, `blockIdx`, `blockDim` – системные переменные CUDA, определяющие номер нити, номер блока и размер блока соответственно. А переменные `step` и `min` – шаг и начальная координата.

Для ускорения вычислений результирующий массив лучше всего разместить в разделяемой (`shared`) памяти. Поскольку объем этой памяти ограничен, частичное суммирование можно осуществлять в процедуре вычисления значений функции, сокращая размер массива, но увеличивая число коллизий между нитями при обращении к одним и тем же ячейкам массива.

После завершения вычислений значения функции остается найти полную сумму значений. Для этого запускается следующая процедура на устройстве, которая осуществляет стандартный алгоритм логарифмического сдваивания над массивом значений, сформированным первой процедурой. Для этой процедуры достаточно  $N/2$  нитей, где  $N$  – число элементов массива. При этом с устройства на `host` в результате достаточно скопировать лишь первый элемент результирующего массива.

Для сравнения скорости вычисления был проведен эксперимент, в котором вычислялось 1000 интегралов  $N$  из (4) в последовательном и распараллеленном варианте. Время выполнения составило 217с (последовательный) против 12с (параллельный), что дает 18-кратное ускорение. Для других интегралов результат может быть лучше, поскольку выбранный интеграл наиболее сложен и представляет наибольшие проблемы для «легковесных» нитей CUDA.

### **Библиографический список**

1. Жоголев Д.А. Программы «Орбиталь-1», «Орбиталь-3» для неэмпирических расчетов молекул в базе линейных комбинаций безузловых гауссовых функций. Изд. «Наукова думка», Киев, 1974.
2. NVIDIA CUDA C Programming Guide, Version 4.1, 2011.
3. CUDA C BEST PRACTICES GUIDE, DG-05603-001\_v4.1, 2012.

*Осинин Р.А*

*рук. д.ф.м. проф. Ясинский Ф.Н*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТАЯНИЯ ЛЬДА**

В связи с развитием многопроцессорных вычислительных систем, открываются дополнительные возможности для моделирования сложных, с вычислительной точки зрения процессов. МВС позволяют на порядки ускорить решение подобных задач.

К таким задачам относится задача моделирования и прогнозирования весенних паводков на реках. Прогнозирование паводков особенно актуально для средней полосы России.

В данной работе представлена математическая модель, описывающая процесс таяния льда. Рассмотрен параллельный алгоритм для решения данной задачи. Разработана программа, осуществляющая моделирование процесса и представление результата в графическом виде.

Схема процесса приведена на рисунке 1. Кристалл льда нагревается вдоль осей X и Y.

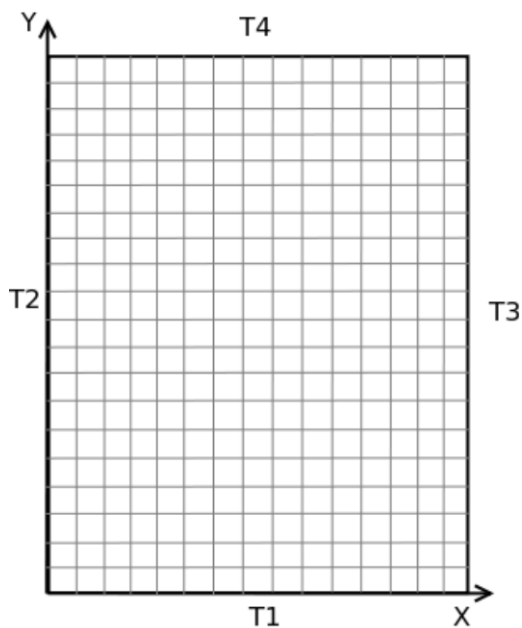


Рис. 6 Схема

$$\frac{\partial U}{\partial t} = A \left( \frac{\partial^2 U}{\partial^2 x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial^2 y^2} \right) \quad (1)$$

$$\rho Q \frac{\partial H}{\partial t} = \lambda \left( \frac{\partial^2 U}{\partial^2 x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial^2 y^2} \right) \quad (2)$$

$$U(\Gamma_1) = T_1$$

$$U(\Gamma_2) = T_2 \quad (3)$$

$$A = \frac{\lambda}{c\rho} \quad (4)$$

$$\frac{At}{h^2} < \frac{1}{4} \quad (5)$$

Где, уравнение (1) описывает процесс нагревания кристалла льда, уравнение (2) описывает процесс таяния в точке, где  $T = 0$ . Уравнения (3) являются граничными условиями. Выражение (4) — коэффициент температуропроводности. Условие (5), называется условием устойчивости. Для решения в численном виде разложим уравнения 1 и 2 в разностную схему:

$$\frac{U_{i,j}^{k+1} + U_{i,j}^k}{t} = \frac{A}{h^2} (U_{i+1,j}^k - 2U_{i,j}^k + U_{i-1,j}^k + U_{i,j+1}^k - 2U_{i,j}^k + U_{i,j-1}^k) \quad (6)$$

$$\rho Q \frac{U_{i,j}^{k+1} + U_{i,j}^k}{t} = \frac{\lambda}{h^2} (U_{i+1,j}^k - 2U_{i,j}^k + U_{i-1,j}^k + U_{i,j+1}^k - 2U_{i,j}^k + U_{i,j-1}^k) \quad (7)$$

### Описание параллельного алгоритма.

Для решения данной системы уравнений применим метод сеток(двумерный вариант).

Набросим сетку на расчётную область. Считаем, что до начала расчёта кристалл имел одинаковую температуру по всему объёму.

В цикле проведём расчет поля температур для некоторого  $t$  начального.

Получившийся массив температур  $U_k$  будет являться начальным условием для расчёта при  $t = t + \tau$ .

Повторяем цикл пока  $t \neq t_{\text{конечн}}$ .

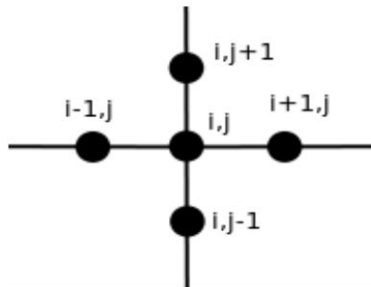


Рис. 7 Метод сеток

Данный алгоритм распараллелен за счёт директив OpenMP.

Фрагмент параллельной части алгоритма

```
#pragma omp parallel for schedule(dynamic,10)
for(int i = 1; i < count - 1; i++)
{
    for(int j = 1; j < count - 1; j++)
    {
        U1[i][j] = U[i][j] + a_snow*Tau/(H*H)*
            (U[i+1][j] + U[i-1][j] +U[i][j+1] +
            U[i][j-1] - 4*U[i][j]);
    }
}
```

### **Результаты работы программы.**

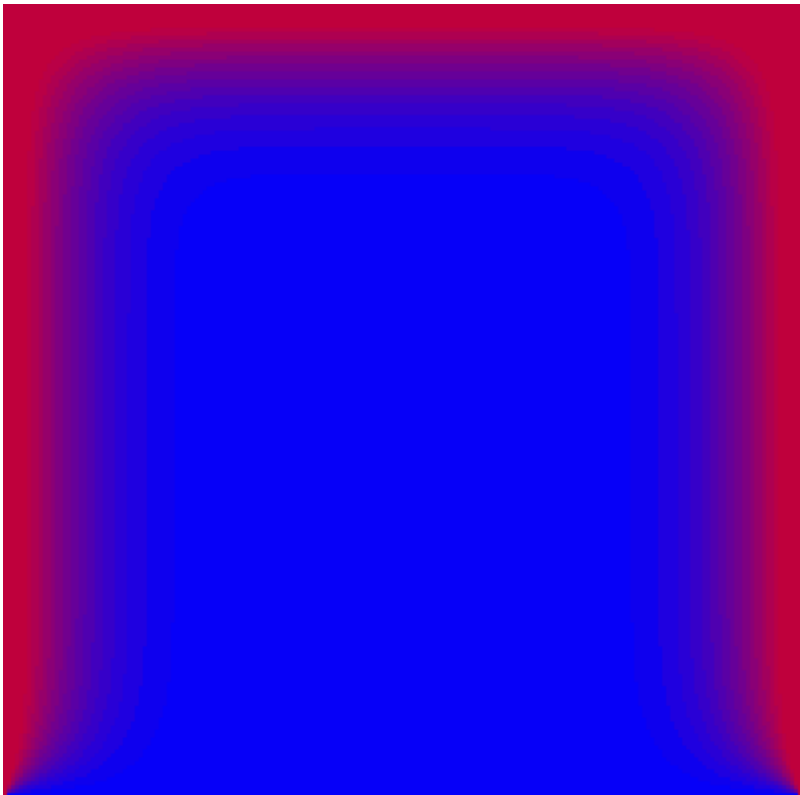


Рис. 8 Результат работы

Планы.

В дальнейшем планируется реализовать данный алгоритм на MPI и OpenCL. А также расширить математическую модель, добавив следующие возможности:

- Расчёт для трёхмерного случая.

*Харитонов Д.П.,*

*рук. Ясинский Ф.Н. проф., д.ф.-м.н.*

## **О РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИИ РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ, ЗАДАННЫХ РАЗРЕЖЕННОЙ МАТРИЦЕЙ**

Решение системы линейных уравнений является одним из этапов решения задачи установившегося режима (УР) электроэнергетической сети. Сама по себе задача поиска УР является хорошо изученной и решенной. Однако, при больших схемах и частом выполнении расчета УР необходимо свести время поиска решения к минимуму. Здесь на помощь могут прийти параллельные вычисления. Правильное использование доступных ресурсов может привести к ускорению вычислений.

В данной статье рассматривается прямой метод решения системы линейных уравнений – разложение на верхнюю и нижнюю треугольные матрицы. И способы распараллеливания данного решения.

### **Задача**

Пусть задано уравнение баланса мощностей в блочно-матричной форме

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial P}{\partial \delta}\right) \cdot \Delta \delta^k + \left(\frac{\partial P}{\partial U}\right) \cdot \Delta U^k &= -\Delta P^{k-1}; \\ \left(\frac{\partial Q}{\partial \delta}\right) \cdot \Delta \delta^k + \left(\frac{\partial Q}{\partial U}\right) \cdot \Delta U^k &= -\Delta Q^{k-1}; \end{aligned} \tag{1}$$

Останавливаться на расчете коэффициентов матрицы Якоби не будем, подробно этот вопрос описан в [1] и цитируемой там литературе.

Особенностью данной матрицы является то, что она является слабозаполненной, т.е. количество нулей значительно превышает количество ненулевых элементов. Так, например, для схемы в 1000 элементов процент заполнения матрицы как правило не превышает 10% (а зачастую – и того меньше).

В свете данной особенности логично использовать специальные структуры для хранения разреженной матрицы.

### **Хранение разреженной матрицы**

Существует несколько способов хранения разреженной матрицы. Опишем лишь некоторые из них. Более подробную информацию по этому вопросу можно найти в [2]. Выбор того или иного метода определяется удобством доступа к элементам, простотой выполнения операций над матрицей и объемом занимаемой памяти. Некоторые способы пригодны для одних целей, некоторые – для других, поэтому способ хранения разреженной матрицы должен определяться для каждой задачи в отдельности и универсального лучшего способа – нет.

### Покоординатный способ

Матрица превращается в вектор из 3х элементов: значение, координата X, координата Y.

Пример разреженной матрицы и покоординатного представления приведен на рис. 1

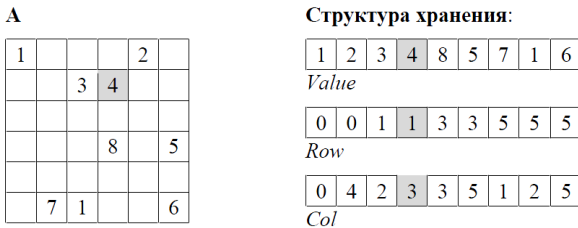


Рис.1. Покоординатный формат хранения

Несомненным удобством этого метода является то, что очень просто вычислить. Однако хранение элементов может быть как упорядоченным, так и не упорядоченным. Когда хранение элементов не упорядочено, то добавление новых элементов не представляет из себя сложной задачи – просто запись новых элементов в конец массива, однако при поиске элемента по его координатам необходимо будет линейно пробегать по всем элементам. При упорядоченном хранении элементов поиск элемента может значительно сократиться с использованием специальных методов поиска, однако добавление нового элемента требует перераспределения памяти под новый массив.

### Compressed row storage

Данный формат призван устранить некоторые недоработки координатного представления. Так, по-прежнему используются три массива. Первый массив хранит значения элементов построчно (строки рассматриваются по порядку сверху вниз), второй – номера столбцов для каждого элемента, а третий заменяет номера строк, используемые в координатном формате, на индекс начала каждой строки. Пример разреженной матрицы в формате Compressed Row Storage приведен на рис. 2.

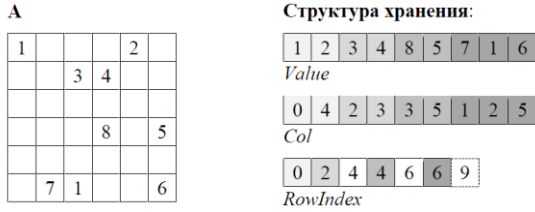


Рис.2. Формат хранения Compressed Row Storage

В данном формате матрица является упорядоченной по строкам, однако упорядочивание по столбцам может как присутствовать, так и отсутствовать. Последний элемент вектора RowIndex – общее количество элементов матрицы.

В некоторых источниках рассмотренный формат упоминается как Yale format. Требует меньше памяти, чем покоординатный формат, однако операция добавления нового элемента также требует переупаковки матрицы.

**Связанные списки**

Еще одним из эффективных способов хранения разреженной матрицы является использование связанных списков. Каждая строка матрицы представляет из себя список принадлежащих ей элементов. Каждая ячейка матрицы характеризуется тремя значениями: значение самой ячейки, координата столбца, указатель на следующий элемент в строке.

Таким образом разреженная матрица превращается в вектор списков. Пример такого формата хранения представлен на рис. 3.



Рис.3. Формат хранения связанными списками

В данном случае если в строке нет элементов, то в массиве списков для этой строки будет стоять указатель на несуществующий элемент (NULL).

Основным достоинством данного метода является простая вставка новых элементов. Однако поиск элемента в строке является линейным.



Модификацией данного метода является представление связанных списков в виде матрицы, где каждому ненулевому элементу поставлено в соответствие два числа: номер столбца и адрес следующей ячейки в данной строке. В случае, если в данной строке это ненулевой элемент, указателем может служить некий маркер (например число -1), указывающее на конец строки. Однако, необходимо еще хранить адреса начал строк. Тогда вышеприведенная матрица, с учетом данной модификации будет выглядеть следующим образом (рис. 4)



Рис. 4. Матричное представление связанных списков

Простота добавления элементов сохранилась, однако увеличился объем памяти, необходимой для хранения всей матрицы.

### Варианты распараллеливания LU разложения

Одним из прямых методов решения системы линейных уравнений является LU разложение – разложение матрицы на верхнюю и нижнюю треугольные. Сейчас останавливаться на этом не будем. Более подробно об этом можно почитать в [3, 4].

Существует множество вариантов LU разложения при представлении матрицы как по строкам, так и по столбцам, с немедленными и отложенными вычислениями. Так одним из вариантов такого разложения является представление матрицы строками, исключение по столбцам и немедленными вычислениями. На рис. 5. Приведен общий алгоритм данного варианта разложения.

$$\begin{aligned} &\text{Для } k = 1 \text{ до } n - 1 \\ &\quad \text{Для } i = k + 1 \text{ до } n \\ &\quad \quad l_{ik} = a_{ik}/a_{kk} \\ &\quad \quad \text{Для } j = k + 1 \text{ до } n \\ &\quad \quad \quad a_{ij} = a_{ij} - l_{ik}a_{kj} \end{aligned}$$

Рис. 5. LU разложение при строчном представлении матрицы

Как видно из рис. 5, внутренний цикл представляет из себя видоизмененную операцию SAXPY (Single Alpha X Plus Y), из библиотеки BLAS (Basic Linear Algebra Subroutines).

Следовательно, каждая такая операция может быть распараллелена.

Другим вариантом распараллеливания станет вынос цикла по  $i$  в разные потоки: таким образом мы сможем одновременно начать обрабатывать строки, в которых в  $k$ -ом столбце будет стоять ненулевой элемент.

Использование платформы для распараллеливания определяется выбранным алгоритмом и особенностью структуры платформы. Так, например, распараллеливание операции SAXPY для разреженной матрицы с использованием видеокарты не даст выигрыша в производительности, т.к. порождаемое число потоков мало, а время отправки данных на видеокарту и обратно съедает весь эффект производительности, который можно было бы получить. Но использование библиотеки `openmp` в данном случае довольно оправдано.

Так и с одновременным вычислением строк с ненулевыми элементами в  $k$ -столбце: использование видеокарты в данном случае может быть оправдано, и тем выигрыш больше, чем больше заполненность матрицы. Использование библиотеки `openmp` также даст выигрыш по времени, так как нет передач между девайсом и хостом (девайс – видеокарта, хост – остальная часть, задействованная в вычислениях). Однако количество порождаемых потоков будет невелико, так как на данный момент количество ядер процессора исчисляется единицами, в редких случаях десятками, а количество ядер видеокарты исчисляется в редких случаях десятками, преимущественно – сотнями.

Все эти особенности необходимо учитывать при распараллеливании поставленной задачи.

#### **Библиографический список**

1. Кулешов А.И., Прахин Б.Я. Расчет и анализ установившихся режимов электроэнергетических систем на персональных компьютерах: Учеб. пособие Иван. гос.энерг.ун-т – Иваново, 2001. – 171 с.
2. Duff, Iain S. Direct methods for sparse matrices. – (Monographs on numerical analysis)
3. Голуб Дж., Ван Лоан Ч. Матричные вычисления: Пер. с англ. – М.: Мир, 1999. – 548 с., ил.
4. Семушин И.В. Численные методы алгебры: учебное пособие для ВУЗов. Ульяновск: УлГУ, 2008. 178 с.

# Секция «Разработка информационных систем и программ компьютерной графики»

*А. А. Амирбеков, студ., рук. С. В. Косяков, д-р техн. наук*

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАЗМЕЩЕНИЯ В ГИС

**Формальная постановка задачи.** Существует несколько видов задач размещения, отличающихся ограничениями или критериями. Из них основными являются:

- Простейшая
- С ограничениями на мощности
- Многостадийная
- Конкурентная
- Задача о  $p$ -медиане
- Задача о  $p$ -медиане с предпочтениями

В данной работе проводится исследование простейшей задачи размещения. Пусть множество  $I = \{1, \dots, I\}$  задает перечень возможных пунктов размещения предприятий по производству некоторого однородного продукта. В любом из пунктов  $i \in I$  можно открыть предприятие, и величина  $c_i > 0$  задает соответствующие затраты. Открытое предприятие может производить продукцию для потребителей в неограниченном количестве. Перечень потребителей задается множеством  $J = \{1, \dots, J\}$ . Для каждой пары  $i, j$  известна величина  $g_{ij} \geq 0$  затрат на производство и доставку продукции потребителю. Задача состоит в том, чтобы найти такое множество открываемых предприятий  $S$ , которое с минимальными затратами позволяет удовлетворить потребности всех потребителей. С использованием введенных обозначений оптимизационная постановка задачи может быть записана следующим образом:

$$F(S) = \sum_{i \in S} c_i + \sum_{j \in J} \min_{i \in S} g_{ij} \rightarrow \min_{S \subseteq I}$$

Таким образом, на вход алгоритму поступают множества  $I$  и  $J$ , матрицы  $c$  и  $g$ , а на выходе – подмножество  $S$

Данная задача является обобщением другой известной задачи о покрытии множествами, которая, в свою очередь, является обобщением задачи о вершинном покрытии графа. Последняя принадлежит к классу NP, следовательно, две оставшихся (и рассматриваемая в том числе) также являются NP-полными. На текущий момент не разработан полиномиальный

алгоритм для решения задачи размещения в общем случае, хотя найдены полиномиально разрешимые классы задач.

**Алгоритм решения задачи.** Уже разработано достаточно много алгоритмов для решения задачи размещения, каждый из которых имеет свою вычислительную сложность, погрешность решения и классы задач, для которых он предназначен. Самыми известными являются следующие методы:

- *Метод ветвей и границ.* На данный момент является наиболее точным методом решения задачи. Представляет исходную задачу в виде задачи линейного программирования, за нижнюю границу берется приближенное решение двойственной целочисленной задачи ЛП. Эффективность этого метода особенно высока на задачах, в которых матрица  $\{g_{ij}\}$  удовлетворяет неравенству треугольника:  $g_{ij} + g_{jk} \geq g_{ik}$ ,  $i, j, k \in I$ ,  $I = J$ . Однако он малоэффективен на задачах с большим разрывом двойственности («зазором» между целочисленным решением и решением соответствующей задачи линейного программирования).
- *Лагранжевы релаксации.* Также являются точными методами, вводят в задачу искусственный множитель Лагранжа, представляющий ограничения. Обладают теми же плюсами и минусами, что и метод ветвей и границ.
- *Поиск с запретами, имитация отжига, генетические алгоритмы.* Являются эвристиками, упрощающими решение задачи и дающие приближенное к оптимальному решение за приемлемое время.

В данной работе был выбран генетический алгоритм, так как это наиболее общий метод из остальных приближенных, мало исследованный для данной задачи. Его основным преимуществом является множество возможных способов решения и настраиваемых параметров, а также равномерное улучшение решения с течением времени, то есть можно остановиться ровно в тот момент, когда будет найдено приемлемое решение, либо искать дальше. Общий псевдокод генетического алгоритма:

- Задать целевую функцию и способ представления решения
- Создать начальную популяцию случайным образом
- Пока не достигнуто наилучшее решение, выполнять:
  - Выбрать случайным образом родителей, отдавая приоритет лучшим
  - Произвести скрещивание предков
  - Произвести случайную мутацию отдельных особей
  - Сформировать новое поколение, отбросив худших

*Представление решения.* Каждое решение представляется битовой маской длины  $I$  (количество предприятий),  $i$ -й бит которой означает, открыто ли предприятие на  $i$ -ом месте.

*Оценочная функция.* Непосредственно следует из целевой функции задачи:

$$Fitness(M) = \sum_{j \in J} \min_{i \in I, i \text{ установлен в } M} g_{ij}$$

Решения штрафуются за каждого необслуженного посетителя.

*Скрещивание.* Случайным образом выбираются два решения посредством пропорциональной селекции:

$$P\{i - \text{выбрано}\} = \frac{f(i)}{\sum_{j \in I_k} f(j)}$$

, где  $f(i)$  – целевая функция, а  $P$  – вероятность выбора  $i$ -го решения.

Затем формируются два новых решения-потомка, в которых каждый бит равновероятно наследуется от одного из родителей.

*Мутация.* Она предназначена для внесения изменений в геном, тем самым поддерживая разнообразие и выталкивая алгоритм из локального минимума. Ее шаги:

- 1) Случайным образом выбирается одно из решений
- 2) Случайным образом выбираются два бита с номерами  $i$  и  $j$  в нем
- 3) Выбранные биты  $i$  и  $j$  меняются местами. Это равносильно «переезду» предприятия на новое место

Критерием останова было выбрано фиксированное количество поколений, в ходе которых не было ни единого улучшения.

Данный алгоритм был реализован в виде простейшего Windows приложения, считывающего исходные данные из файлов и выводящего найденное решение на форму. В качестве тестовых примеров были выбраны примеры с большим разрывом двойственности, являющиеся наихудшими входными данными для точных методов, на которых последние могут считать ответ часами для  $I \approx 100$

**Выводы по работе.** В результате разработки и тестирования программы, реализующей генетический алгоритм решения задачи размещения, было установлено:

- Генетические алгоритмы способны находить приемлемое решение за короткое время. На тестовых данных с большим разрывом двойственности при выбранных параметрах программа находила решение за несколько секунд, лишь немногим уступающее оптимальному (на 1 – 2 лишних предприятия)
- Благодаря огромному выбору всевозможных схем представления решений, выбора, скрещивания, мутации, а также большому выбору

параметров для настройки алгоритма (размер начальной популяции, критерий останковки, частота мутаций и т.д.) данный вид алгоритмов представляет большой поле для дальнейшего изучения и оптимизации.

*Закатов А.В., аспирант каф. ПОКС, рук. Косяков С.В. д.т.н., проф.*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИНТЕГРАЦИИ АГЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ.**

В современном обществе, зачастую, наблюдается низкая эффективность управленческих решений в различных сферах. Данные решения сложно прогнозировать неинтуитивными методами, так как причины и следствия в сложных системах разнесены во времени и пространстве. В тех случаях, когда для оценки решений эксперимент с реальными системами является нерентабельным или невозможным, используется имитационное моделирование. [1]

*Имитационное моделирование* – один из самых мощных инструментов анализа при разработке сложных систем и анализе процессов их функционирования. Суть данного подхода достаточно проста и в то же время интуитивно привлекательна. Имитационное моделирование — это процесс конструирования компьютерной модели реальной системы, постановки экспериментов на ней и получения статистических данных. Таким образом, это процесс, включающий не только создание, но и аналитическое применение модели для изучения возникшей проблемы. Основная задача данного метода — понять поведение и оценить различные стратегии, обеспечивающие функционирование системы в рамках заданных критериев. [2]

К настоящему времени сформировалось четыре основных вида имитационного моделирования. [3]

1. *Системная динамика.*
2. *Дискретно-событийное моделирование.*
3. *Моделирование динамических систем.*
4. *Агентное моделирование.*

Все более актуальным в последнее время становится *Агентное моделирование (АМ)*. Основное отличие данного метода в том, что он используется для исследования децентрализованных систем. Динамика функционирования в них определяется уже не глобальными правилами и

законами, а наоборот, глобальные правила и законы являются векторной суммой индивидуальной активности каждого члена группы.

*Агент* — некая сущность, обладающая активностью, автономным поведением, может принимать решения в соответствии с некоторым набором правил. Кроме того, она может взаимодействовать с окружением и самостоятельно изменяться. Задача агентных моделей — получить представление об общем поведении системы, исходя из предположений об индивидуальном поведении ее отдельных активных объектов и их взаимодействии в системе.

*Геоинформационная система (ГИС)*, в свою очередь, включают в себя возможности систем управления базами данных, редакторов растровой и векторной графики и аналитических средств и применяются в картографии, муниципальном управлении, транспорте, экономике и многих других областях. При интеграции с агентным моделированием, геоинформационная система, предназначенная для сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных, а также связанной с ними информации о моделируемых объектах.

Одним из новейших примеров работ в области интеграции ГИС и АМ для моделирования социальных конфликтов является исследование американских ученых М. Финдли, С. Шелмана и Д. Йанга «Моделирование динамики насилия». Для того чтобы качественно показать динамику вооруженного конфликта, в модель внедряются новейшие статистические технологии, описывающие динамику социальных процессов. Компьютерная модель, в которой могут быть применены и апробированы различные параметры (такие как поддержка населения, вспыхнувший конфликт, стратегии правительства и контр-сил), позволит увидеть, как эти факторы влияют на число участников, на силу и степень тяжести конфликта. [4]

Кроме того, применение агентного моделирования на базе ГИС с каждым годом захватывает все больше областей:

- системы управления предприятиями (производственные процессы, цепи поставок, потребительский рынок);

- инфраструктура и инженерные сети (передача электроэнергии, транспортные и продуктовые сети, информационные коммуникации);

- социокультурные и политические процессы (формирование и развитие древних цивилизаций, пути выхода из цивилизационных кризисов, разработка долгосрочных перспективных планов экономического развития);

- биологические процессы, осуществляемые в различных пространственных и временных масштабах (экологические сети, поведение групп животных)

- системы с очередями (движение пешеходов, транспортные перекрестки и магистрали, логистические цепи). [5]

В ходе исследования было выявлено, что совместное использование агентного моделирования и ГИС позволяет объединить преимущества обоих направлений, применить перспективные средства для моделирования процессов, протекающих в условиях реального ландшафта. Приведенные примеры показывают, что интеграция ГИС и АМ имеет огромный потенциал и широкие возможности для моделирования широкого класса задач.

#### **Библиографический список**

1. **Шеннон Р.** Имитационное моделирование систем - искусство и наука/Пер. с англ. Под ред. Е.К. Масловского — М.:Мир, 1978. - 420 с.
2. **Строгалева В.П., Толкачева И.О.** Имитационное моделирование: Учеб. пособие. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 280 с: ил.
3. **Карпов Ю.** Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 400 с: пл.
4. **Клаус Н.Г., Клаус А.И.,** Практика интеграции геоинформационных систем и многоагентных моделей в исследовании социальных конфликтов. <http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2011/400/>
5. **Задорожный В.Н., Юдин Е.Б.,** Использование мультиагентного моделирования в исследовании сложных сетевых структур. <http://www.gpss.ru/immod07/doklad/71.html>

*Е.Е. Игнатьева, аспирант каф. ПОКС,  
рук. И.Д. Ратманова, д-р техн. наук, доцент*

## **СИСТЕМА МОНИТОРИНГА НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЗА**

Реформы высшей школы, такие как введение ЕГЭ, переход на новую систему финансирования высшего образования и другие, привели к появлению конкуренции вузов, что в свою очередь повысило потребность в совершенствовании методов самодиагностики и анализа деятельности структурных подразделений и качества образования.

Система мониторинга научно-исследовательской деятельности стала частью интегрированной системы управления вузом (ИСУ ИГЭУ), необходимой для эффективного управления высшим учебным заведением.

#### **Система оценки деятельности кафедр и факультетов**

С 2010 года в ИГЭУ внедрена система многокритериальной оценки различных сфер деятельности кафедр по 34 показателям, объединенным в группы: кадровый потенциал, учебная работа и т.д. Набор критериев и методика оценки были разработаны ректоратом вуза с учетом методики



оценки деятельности подведомственных учреждений от Минобрнауки России. [1]

Оценка деятельности кафедр и факультетов университета выполняется в целях стимулирования повышения качества подготовки специалистов, научного и инновационного потенциала вуза, его финансовой стабильности.

### **Информационное пространство и ИСУ ИГЭУ**

Построение эффективной системы управления возможно лишь в условиях существования единого информационного пространства, в состав которого входит интегрированная система управления (ИСУ ИГЭУ, рис. 1), ее формирование проходило в несколько этапов:

1. управление финансовой деятельностью;
2. управление штатами и кадрами, расчет зарплаты;
3. управление контингентом учащихся [2];
4. расчет стипендии;
5. управление научно-исследовательской деятельностью;
6. расчет учебной нагрузки.

Все элементы ИСУ ИГЭУ представляют собой адаптированные типовые конфигурации и самостоятельно разработанные конфигурации на платформах 1С: Предприятие 7.7 и 1С: Предприятие 8. Некоторые системы созданы специально для работы в режиме тонкого клиента и web-клиента. Единство платформ упростило организацию информационного взаимодействия отдельных конфигураций, что особенно важно с точки зрения унификации справочников и построения единой системы управления.

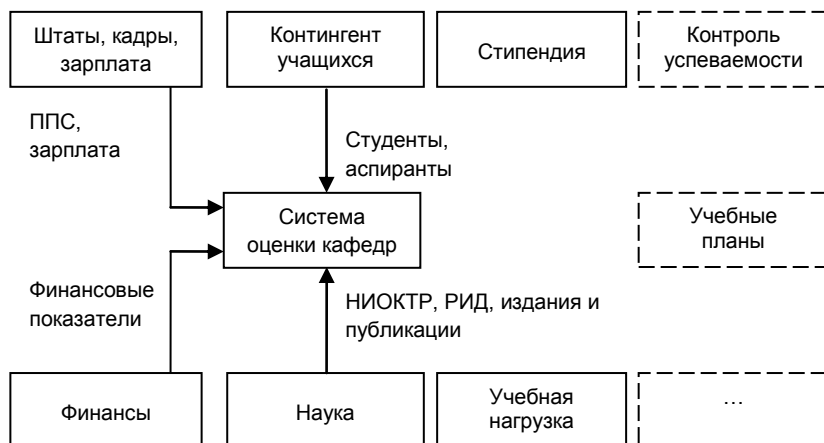


Рис. 1. Структура ИСУ ИГЭУ

## Система мониторинга научно-исследовательской деятельности

В 2011 году в рамках развития ИСУ ИГЭУ была создана и внедрена система мониторинга научно-исследовательской и методической деятельности сотрудников «ИГЭУ: Наука».

С помощью неё сотрудники вуза могут регистрировать плоды своей научной деятельности, такие как публикации (научные статьи и тезисы докладов), учебно-методические и научные издания (учебники и учебные пособия, монографии), факты участия в научных мероприятиях (конференциях, олимпиадах, конкурсах и т. д.).

Кроме того система является хранилищем данных о научно-исследовательской деятельности подразделений (научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы) и результатах интеллектуальной деятельности сотрудников (патенты на изобретения и полезные модели, зарегистрированные программы для ЭВМ).

В системе предусмотрены четыре вида пользователей:

1. *Администратор системы.* Имеет максимальный уровень доступа к данным и архитектуре конфигурации. Может просматривать и редактировать все данные.
2. *Администратор контента.* Имеет средний уровень доступа к данным (за каждый вид научной деятельности ответственно одно подразделение университета и соответствующие ему администраторы контента). Может просматривать и редактировать данные только по своему виду научной деятельности.
3. *Сотрудник университета.* Вводит информацию о результатах своей научно-исследовательской и методической деятельности. Может просматривать и редактировать только данные только своей кафедры.
4. *Заведующий кафедрой.* Несет ответственность за информацию, введенную в систему сотрудниками соответствующей кафедры, и может одобрить или отклонить новые данные. Может просматривать и редактировать данные только своей кафедры.

Система мониторинга научно-исследовательской деятельности университета реализована в виде конфигурации на базе платформы 1С: Предприятие 8.2. В качестве сервера баз данных применяется объектно-реляционная СУБД PostgreSQL.

Особенностью конфигурации является возможность ввода данных как в стандартном для предыдущих версий платформы 1С клиент-серверном варианте, так и с использованием web-клиента. Применение web-клиента позволило организовать удаленный доступ к серверу большому числу

пользователей без установки дополнительных клиентских мест и необходимости обновления клиентской части программного обеспечения.

Вход в систему через браузер возможен только после регистрации и авторизации пользователя.

Гибкий аналитический аппарат позволяет формировать все необходимые отчёты, в том числе и для «Системы оценки деятельности кафедр и факультетов». Для составления некоторых отчетов, предполагающих наличие оперативной бухгалтерской информации, предусмотрена функция синхронизации данных с системой управления финансовой деятельностью.

### **Библиографический список**

1. Приказ Минобрнауки России от 8 ноября 2010г. № 1116 «О целевых показателях эффективности работы бюджетных образовательных учреждений, находящихся в ведении Министерства образования и науки РФ».
2. Система управления контингентом обучаемых в университете / И.Д. Ратманова, Л.Н. Булатов, Е.Е. Игнатьева // Сборник научных трудов одиннадцатой международной научно-практической конференции «Развитие инновационной инфраструктуры образовательных учреждений с использованием технологий «1С». – 2011. – Часть 2 – С. 203-208.

*Прокудин А.В., студент 5-41,рук. Косяков С.В. д.т.н, профессор*

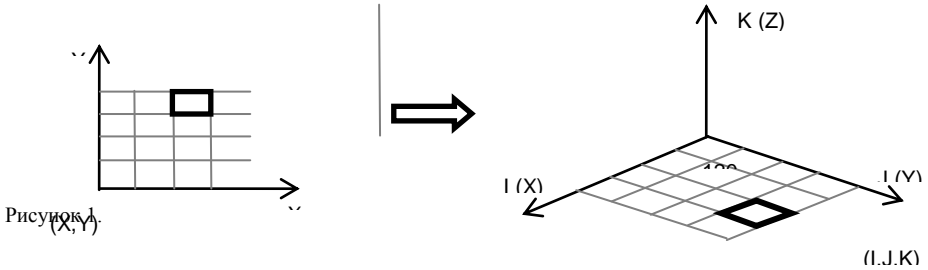
## **РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ И ИНСТРУМЕНТОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИГР И ПРИЛОЖЕНИЙ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ**

Требуется разработать систему, позволяющую работать с графической и алгоритмической составляющими игр и приложений. Система должна:

- импортировать графику и располагать её на экране, основываясь на изометрии. Входными данными являются параметры проецирования игрового мира на экран, а именно масштаб изометрической сетки и угол обзора.

- имитировать движущиеся объекты: находить кратчайший путь в системе координат (x, y, z) и перемещать по этому пути персонажей;

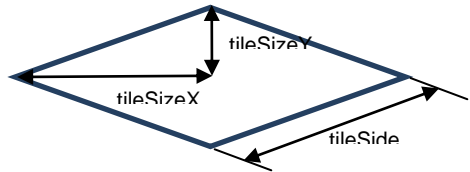
Основная задача – преобразование координат из изометрических в экранные.



**Формулы преобразования:**

$$x = (i - j) * tileSizeX * tileSide$$

$$y = (i + j) * tileSizeY * tileSide$$



(выведено из первых двух)

$$i = \frac{y - j * tileSizeY * tileSide}{tileSizeY * tileSide}$$

$$j = \frac{y - j * tileSizeX * tileSide - x * tileSizeY * tileSide}{2 * tileSizeX * tileSizeY * tileSide ^ 2}$$

Входные данные: размер (масштаб) тайла – задаётся величиной *tileSide*, угол обзора – задаётся отношением *tileSizeX / tileSizeY*.

**Сортировка объектов.**

В свойствах класса, описывающего игровую карту, объявлен двумерный массив *zLayers[sizeK][sizeI+sizeJ]*, где *sizeI*, *sizeJ*, *sizeK* – размер карты соответственно по I, J, K. Массив, начиная с [0][0] до [sizeK][sizeI+sizeJ], заполняется графическими слоями, которые по мере заполнения массива кладутся на карту.

Объект с координатами (i, j, k) вычисляет величину

$$zValue = \text{int}(i) + \text{int}\left(\frac{iWidth}{2}\right) + \text{int}(j) + \text{int}\left(\frac{jWidth}{2}\right)$$

где *iWidth* и *jWidth* – размеры самого объекта.

При отображении на сцене кладётся в слой  $zLayers[k][zValue]$ .

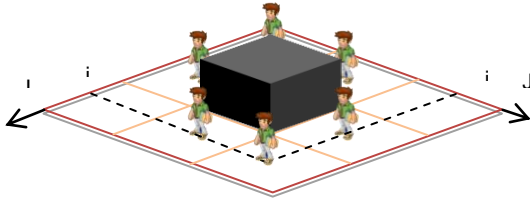


Рисунок 2. Сортировка объектов

### Работа с персонажами.

Персонаж – объект на карте, способный имитировать движение живого человека. При создании карты создаётся трёхмерная матрица занятости  $mapMatrix$ , размеры которой равны размерам карты. Изначально все ячейки матрицы равны 0. При добавлении на карту объекта с координатами  $(i, j, k)$  соответствующая ячейка матрицы  $mapMatrix[i][j][k]$  становится единицей.

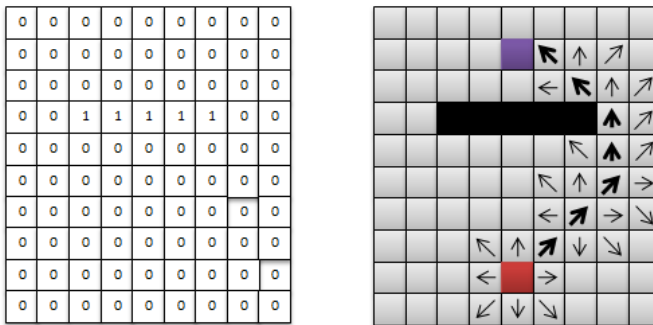


Рисунок 3. Матрица  $mapMatrix[n]$  из нулей и единиц

При вычислении пути используется алгоритм нахождения кратчайшего пути Дейкстры. Персонажи ориентируются не только относительно стоящих объектов на карте, но и относительно других персонажей, а именно:

- вычисление пути, при котором персонаж будет находиться максимально далеко (близко) от другого персонажа;

- вычисление пути, при котором персонаж будет стараться не приближаться (отдаляться) к заданному объекту на заданное расстояние.

На рисунке 4 показан пример обхода персонажем другого объекта с радиусом нежелательного попадания 2 тайла.

Персонажи могут перемещаться не только на плоскости, в пределах одного уровня, но и между уровнями (в трех измерениях). Программно задаются так называемые лестницы, относительно которых ориентируются персонажи. В данном случае составляется граф, вершины которого – лестницы, дуги – минимальное количество тайлов между лестницами. Аналогичным способом находится кратчайший путь в этом графе и персонаж получает все данные для перемещения, а именно массив лестниц в порядке их преодоления. Схема на рисунке 5.

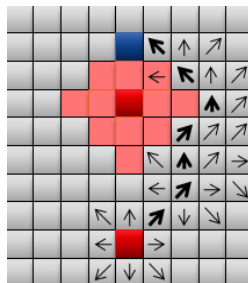


Рисунок 4.

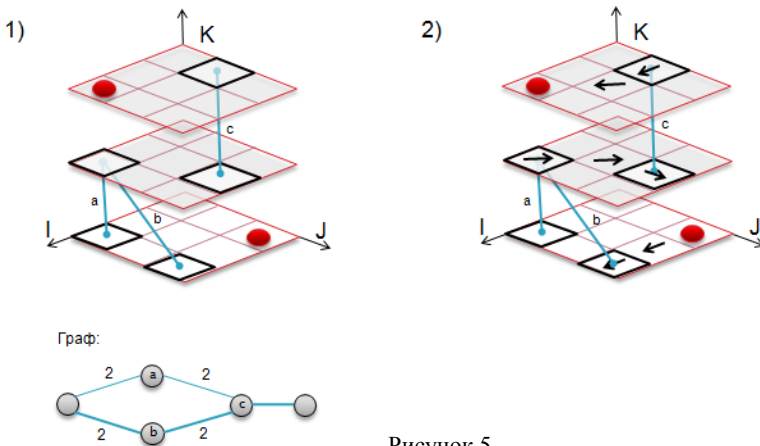


Рисунок 5.

## СОЗДАНИЕ НОТНОГО РЕДАКТОРА ДЛЯ ПЛАНШЕТНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

Необходимо создать программу, позволяющую редактировать и воспроизводить музыкальные композиции, представленные в виде нотной записи.

Если рассматривать аналогичные программы, то можно заметить, что в данное время не существует программы, которая не только бы представляла композицию в виде нотной записи, но и позволяла бы редактировать ее. Под управлением iOS тоже не существует аналогичных программ.

Основные этапы разработки:

1. Создание объектной модели нотной записи;
2. Разработка интерфейса, ориентированного на планшетные ПК;
3. Разработка алгоритмов анализа и преобразования музыкальных композиций;
4. Поиск оптимального решения для воспроизведения звука.

Алгоритм анализа соответствия фрагмента нотной записи гамме

Входы:  $X = \{X_0, X_1, \dots, X_{11}\}$

Гаммы	y0	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9	y10	y11
Натуральный мажор	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1
Гармонический мажор	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1
Мелодический мажор	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1
Натуральный минор	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1
Гармонический минор	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1
Мелодический минор	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1

Таблица 1. Таблица образов всех использованных гамм.

При определении соответствия вектора  $X$  всем векторам  $Y$  выставляются весовые коэффициенты из Таблицы 2, после чего происходит их суммирование по  $j$  и выбор вектора  $Y$  с максимальным весом. Таким образом, определяется гамма, которая наилучшим образом соответствует данному фрагменту нотной записи.

$x_j$	$y_j$	Вес
1	-1	0
-1	1	1
-1	-1	2
1	1	3

Таблица 2. Весовые коэффициенты

### Библиографический список

4. **В.В. Круглов, М.И. Дли, Р.Ю. Голунов** «Нечёткая логика и искусственные нейронные сети» 2001г.
5. **А.Л. Голощапов** «Google Android программирование для мобильных устройств» 2011г.
6. **С. Хашими, С. Коматинени, Д. Маклинг** «Разработка приложений для Android» 2011г.

*К.А. Жидовинов, студ.; рук. С.В. Косяков д.т.н., проф.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ОПТИМАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ С УЧЕТОМ ВРЕМЕННЫХ ОКОН

**Введение.** В настоящее время актуальной является задача оптимальной доставки грузов в условиях крупного города. В данной работе рассматривается задача доставки грузов с временными окнами (Vehicle Routing Problems with Time Windows, далее **VRPTW**).

В VRPTW требуется найти маршруты движения автомобилей, развозящих заказы потребителям. Все заказы изначально загружены в машины на складе, который является исходной точкой маршрута. Для каждого потребителя задан промежуток времени, в течение которого он должен быть посещен машиной. Также заданы матрицы расстояний и времени проезда между потребителями. Требуется найти для каждой машины маршрут посещения потребителей, обладающий по возможности наивысшим качеством.

Если в маршруте машина прибывает к потребителю до начала интервала его обслуживания, то она ожидает его начала, после чего начинается разгрузка.

Если машина прибывает к потребителю после завершения временного интервала, маршрут либо считается недопустимым (задача с жесткими временными окнами), либо подвергается дополнительному штрафу за опоздание (задача с нежесткими, или мягкими временными окнами).



**Решение задачи.** В данной работе рассматривается решение задачи с помощью муравьиного алгоритма. Этот метод основан на моделировании поведения муравьев при поиске пути от муравейника к источнику пищи. Впервые метод был предложен М.Дориго в 1992 году для поиска оптимального пути в графе.[1]

Для решения задачи VRPTW будем использовать систему из двух колоний искусственных «муравьев» (Multiply Ant Colony System, далее MACS-VRPTW). Она содержит две подсистемы: ACS-TIME, которая минимизирует суммарное время маршрутов, и ACS-VEI, которая минимизирует количество занятого транспорта. Структура MACS-VRPTW изображена на рис.1.

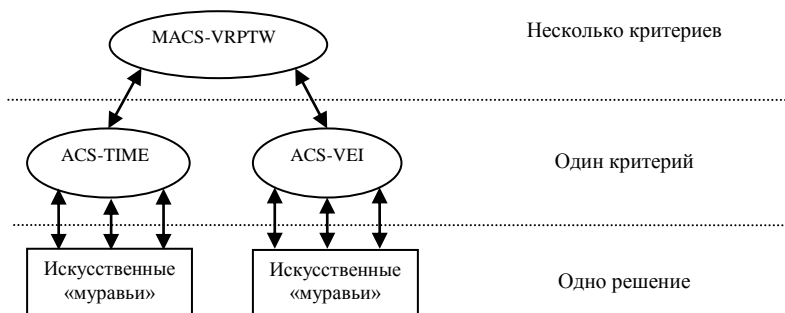


Рис. 9 Структура системы MACS-VRPTW

### Алгоритм MACS.

1. Цикл по времени жизни «колоний»
  - 1.1. Поиск решения 1 ACS-TIME для N автомобилей
  - 1.2. Поиск решения 2 ACS-VEI для N-1 автомобилей
  - 1.3. Если решение 2 по стоимости не хуже, чем решение 1, то Local = решение 2, иначе Local = решение 1
  - 1.4. Если Local лучше Global, то Global = Local
2. Конец цикла

ACS-VEI отличается от ACS-TIME только тем, что целевая функция ACS-VEI учитывает количество автомобилей. Обе подсистемы используют общую матрицу «феромона» в алгоритме муравьиной колонии.

Метод MACS-VRPTW был реализован в виде программного модуля платформы .Net Framework и протестирован на задачах Соломона.

**Заключение.** Данный метод требует следующих улучшений:

- локальный поиск на каждой итерации;
- работа ACS-TIME и ACS-VEI в отдельных потоках;
- учитывать «пробки» на дорогах.

### Библиографический список

1. Dorigo, M. Optimization, Learning and Natural Algorithms: PhD thesis - Politecnico di Milano, Italy, 1992.
2. Dorigo M., Gambardella L. M., 1997. Ant Colony System: A Cooperative Learning Approach to the Traveling Salesman Problem.// IEEE Transactions on Evolutionary Computation. – 1997.№1. – P. 53-66.

*Фролов А.А., студент 4-42, рук. Кокин В.М. к.т.н., доц, Карпов М.А. м.н.с.*

## **РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ИНТЕРАКТИВНОЙ РАБОТЫ С ТРЕХМЕРНОЙ ГРАФИКОЙ В ВЕБ-БРАУЗЕРЕ**

В настоящее время довольно активно ведутся работы по организации процесса проектирования с использованием облачных систем. Подобные технологии предполагают доступ к инструментам проектирования практически с любого устройства без необходимости предварительной установки ПО. Так как современный уровень автоматизированного проектирования предполагает работу с трехмерными моделями, все поставщики промышленных САПР ведут интенсивные разработки подобных интернет-сервисов.

В силу трудностей различного характера, на данный момент пользователю доступны только приложения для просмотра 3D-моделей и связанных с ними данных. При этом эти приложения, из-за коммерческих интересов конкретного разработчика “настольной” САПР, поддерживают ограниченный набор форматов и моделей данных.

Поэтому особо актуальной является разработка интерактивных Web-инструментов, которые сочетают в себе возможности редактирования 3D-моделей и различные инженерные расчеты. На предварительном этапе были сформулированы задачи, которые должна решать разрабатываемая система:

- визуализация 3D-моделей;
- пространственная трансформация;
- навигация по сборке.

Из доступных технологий для реализации – была выбрана технология MS Silverlight 5. В ходе сравнительного анализа выявлены следующие преимущества:

- кроссплатформенность и кроссбраузерность (дополнительная поддержка ранних версий);
- использование распространенных языков и технологий (C#, XAML и платформы .NET);
- развитость средств разработки;

- высокоуровневое API (XNA Game Studio 4.0);
- простота развертывания на клиенте;
- открытый код (проект Monolight);
- бесплатность.

Разработанная система выполняет следующий набор функций:

- загрузка 3D-моделей;
- размещение моделей на сцене и создание сборки;
- сериализация;
- управление камерой;
- редактирование моделей.

Программа работает с XML файлами, в которых содержится описание структуры проекта (сборки). XML-файл разработан на основе kml языка использованного в моделях для Google-earth.

В целом инструмент представляет собой viewer, с дополнительным набором интерактивных функций графического редактора. Пользователь может создавать сборки из загруженных моделей, масштабировать выбранный объект, изменять текстуру и освещение. В системе присутствует привычное для графических редакторов элементы управления видовыми окнами и свободное перемещение камеры при помощи мыши и клавиатуры.

Данный инструмент может быть базовым компонентом для разработки интерактивных интернет-приложений (RIA), мобильных и даже внебраузерных (настольных) приложений. В качестве заключения о том, где можно применять данную систему:

- электронные каталоги,
- системы дистанционного обучения,
- компоновочные решения,
- расчетные программы.

*Карцев М. С. студент, III-42<sup>x</sup> рук. Милосердов Е.П. - к.т.н., доцент;*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОИСКА РАЦИОНАЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И СИНТЕЗА**

В современных условиях, когда техника и технологии стали основными движущими факторами развития мировой экономики, остро встает вопрос повышения производительности и эффективности изобретательского процесса.

Один из вариантов решения проблемы – автоматизация изобретательской деятельности. Одним из методов автоматизации является метод морфологического синтеза. [1]

Целью данной работы является создание программного комплекса, способной осуществлять синтез вычислительной системы из отдельных составляющих, а также оценивать полученные конфигурации по различным критериям (производительность, цена, качество и т.д.). Ввиду широкого распространения IBM-PC - совместимых вычислительных устройств, комплекс предполагает синтез конфигураций на базе IBM-PC совместимого компьютера.

Логическая модель комплекса основана на механизмах и приемах метода морфологического синтеза и анализа.

В соответствии с функциональной структурой был определен набор базовых элементов, определяющих конфигурацию системы. Ими стали основные составляющие современного персонального компьютера (корпус, системная плата, процессор, оперативная память жесткий диск, видеокарта).

Для каждого из базовых элементов было определено множество возможных состояний, т.е. для каждого из перечисленных выше аппаратных компонентов было подобрано несколько вариантов реализации (различных производителей, построенных по разным архитектурам, разной стоимости).

Затем взаимосвязи элементов формализованы через механизм запрещенных и разрешенных сочетаний. Все варианты реализации комплектующих были разделены на группы в соответствии со стандартами и разъемами.

Описанная логическая модель была реализована с помощью технологии реляционных баз данных. Была использована СУБД MS SQL 2005. Для каждого из базовых элементов создана таблица, куда занесены все варианты реализации конкретного элемента и наиболее важные характеристики по каждому элементу (Рис.1). Разрешенные и запрещенные сочетания элементов фактически определялись исходя из этих характеристик.

Mining Base Application : Редактирование базы

Производитель | Форм-фактор | Стандарты разъемов | Стандарты памяти | Корпус | Сист. плата | Процессор | ОЗУ | Видеокарта | Жесткий диск | Исп. разъемы | Исп. па...

1 для 7

Socket	Производитель	processor_id	name	weight	cost	required_power
AM3	AMD	1	AMD ATHLON II ...	0.305	2356	
AM3	AMD	3	AMD ATHLON II ...	0.345	2914	
AM3	AMD	4	AMD Phenom II ...	0.528	4464	
LGA1155	Intel	5	Intel Pentium G6...	0.258	2637	
LGA1155	Intel	6	Intel Core i5-2500...	0.366	7936	
LGA1155	Intel	8	Intel Core i3-2105...	0.32	5022	
LGA1156	Intel	9	Intel Core i5-650 ...	0.318	5735	
*						

Сохранить

manufacturer_id	name	reliability
1	Intel	1.00
2	AMD	0.95
3	NVidia	0.95
4	ASUS	1.00
5	GigaByte	0.95
6	Kingston	0.90
7	AerFlock	0.85
8	INWIN	0.90
9	MSI	0.90
10	EliteGroup	0.85
11	Thermaltake	0.95
12	RaidMax	0.85
13	FOX	0.85
14	Optimum	0.85
15	Vento	0.90
16	Antec	0.85
17	Cooler Master	0.90
18	Exegate	0.90
19	ASCOT	0.85
20	Gainward	0.85
21	Innovation	0.85

Рис.1. Таблицы для записи вариантов реализации функциональных элементов  
 Затем было проведено построение абсолютно всех всевозможных вариантов реализации системы. Это было сделано как синтез наборов сочетаний отдельных элементов функциональной структуры в виде декартового произведения множеств этих элементов с учетом запрещенных и обязательных сочетаний с использованием механизма хранимых процедур.

На завершающем этапе был создан механизм анализа полученных сочетаний элементов, вплоть до самых невероятных. Для каждого из сочетаний элементов рассчитывается оценочная функция.

Оценочная функция рассчитывается по четырём критериям (производительность, цена, надежность, вес). Для каждого из критериев учитывается весовой коэффициент, путем изменения которого можно влиять на уровень оценки системы (искать самую надежную, или самую производительную конфигурацию).

Для отображения результатов работы комплекса было создано клиентское приложение (Рис 2) Оно реализовано с помощью средств Microsoft Visual Studio 2010 и языка C#. На рисунке показаны результаты работы поиска наилучших конфигураций элементов суммарной стоимостью меньше 25000 рублей

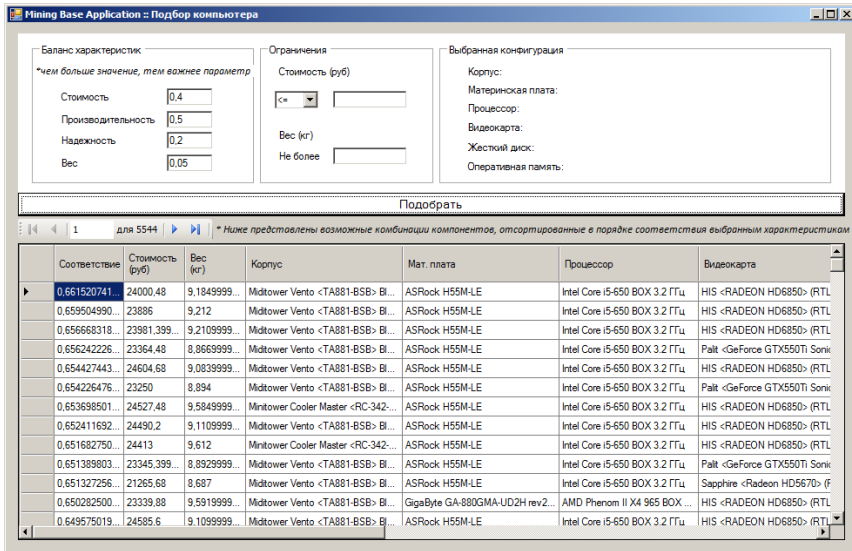


Рис 2. Результаты поиска вариантов конфигураций вычислительной системы

### Библиографический список

1. Автоматизация поискового конструирования / Под ред. А. И. Половинкина. М.: Радио и связь, 1981.

*Дмитриев А.С., студент 3-42, Грищенко К.С., студент 3-42, рук. Милосердов Е.П. - к.т.н., доцент.*

## ПРОГРАММА ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ АКТИВНЫХ ЗОН ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

### Постановка задачи

Разработка методов математического моделирования и расчета ядерных реакторов имеет давнюю историю, одна из первых открытых публикаций в этом направлении датирована 1959 годом [ 1] . Накопленный опыт моделирования показал, что квазистационарные процессы распределения тепловых и нейтронных потоков могут быть описаны системами трехмерных эллиптических уравнений с правой частью –уравнениями Пуассона. Поскольку решение эллиптических уравнений полностью определяется

геометрическими параметрами и пространственной конфигурацией распределенных источников и границ –граничными условиями, большое распространение получили геометрические методы моделирования. Геометрические модели позволяют наглядно представить результаты расчетов, полученных по различным методикам, а также отображать пространственные параметры граничных условий и исходные данные для моделирования. Следует отметить, что необходимость использования геометрических моделей ядерных реакторов существует и при исследовании процессов другими методами, например на основе математических и информационно-технологических моделей [2].

Поставлена задача разработки программы для создания геометрических моделей активных зон ядерных реакторов и расчета интегральных значений энергетических параметров ( тепловых и нейтронных потоков в этих зонах) методами имитационного моделирования процессов распада, выделения нейтронов, распространения и взаимодействия нейтронов с элементами активной зоны. При разработке модели приняты следующие допущения:

- модели активных зон создаются в относительных пространственных и временных параметрах. Это условие однозначно определяет относительные значения и энергетических параметров. Реальные значения полученных в ходе моделирования перечисленных величин могут быть определены калибровкой модели для известных пространственных и временных конфигураций активных зон.

- конфигурация активной зоны создается на основе топливных элементов в виде кубиков со стороной 1 относительная единица длины. Нейтронная активность топливного элемента принимается как одна относительная единица потока за одну относительную единицу времени. В каждый момент времени каждый элемент излучает нейтронный поток в случайном направлении. При встрече потока с другим топливным элементом активизируется реакция распада с коэффициентом размножения  $R$  ( $R$  –целое число со значениями 1,2,3 задается как исходное данное для моделирования) и дополнительные нейтронные потоки распространяются также в случайных направлениях.

- в активной зоне располагаются также поглощающие элементы, которые поглощают нейтронные потоки, пересекающие их.

- общая мощность реактора в относительных единицах рассчитывается как суммарное число излучаемых нейтронных потоков для  $N$  топливных элементов. При небольшом количестве  $N$  заметны значительные статистические колебания мощности активной зоны.

- конфигурация активной зоны выбирается из условия подкритической мощности ( подкритическая сборка) . Это условие предполагает

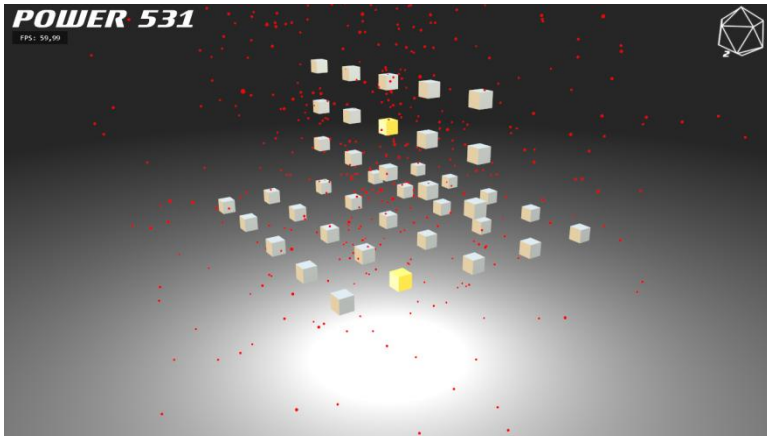


значительный рост относительной общей мощности активной зоны по сравнению с  $P = N$ , однако с сохранением устойчивого её состояния.

### **Результаты работы**

Программный комплекс представляет из себя 4 исполняемых модуля.

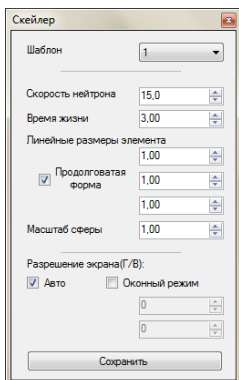
- Основной модуль. Служит для проверки работоспособности конфигурации в относительном масштабе времени, а так же для ее редактирования путем добавления новых элементов и блоков, созданных в редакторе. Также имеются функции сохранения и загрузки ранее собранной конфигурации и просмотра статистики по текущей конфигурации.



-Редактор блоков. Позволяет создавать и редактировать шаблоны блоков элементов, используемые в основном модуле.

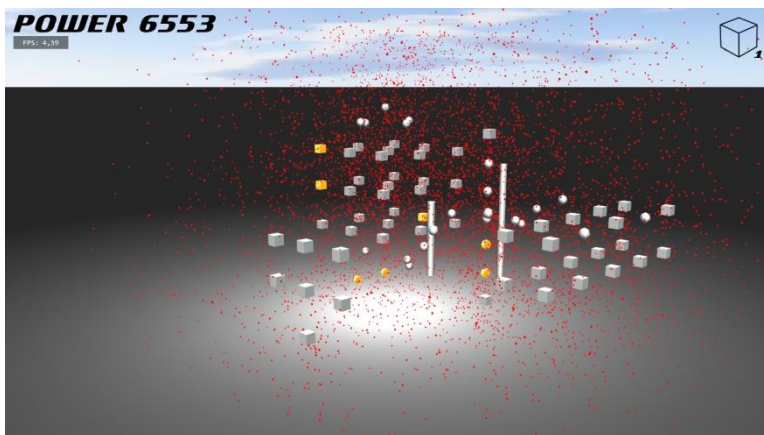
-Конфигуратор. Служит для настройки таких параметров элементов, как интервал распада и мощность распада, а также для сопоставления типу пространственно-временного масштабирования.

-Утилита масштабирования. Используется для пространственно-временного масштабирования элементов конфигурации.

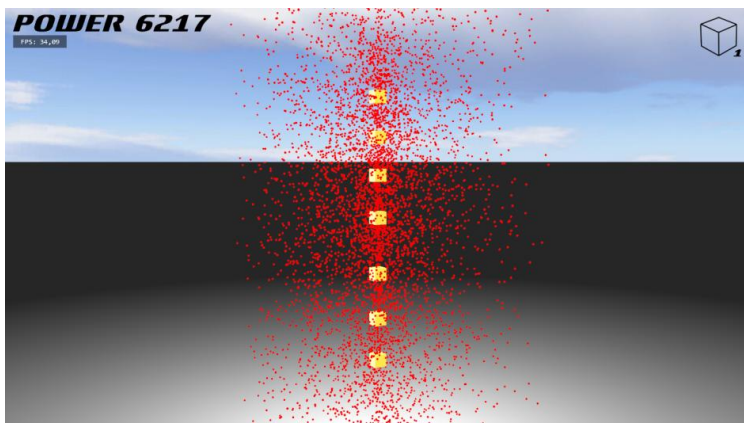


При работе с программным комплексом были получены следующие результаты

-Подкритическая сборка с использованием различных типов элементов и поглощающих стержней для стабилизации мощности. Мощность стабилизируется на уровне 10000 относительных единиц.



-Критическая сборка. Мощность непрерывно возрастает, что подтверждает сформулированные выше утверждения о пространственной конфигурации активной зоны.



### Библиографический список

1. **Марчук Г. И.** Численные методы расчёта атомных реакторов. — М.: Атомная энергия, 1959.
2. **Тотьменинов М.Е.** Информационно-технологические схемы и модели технологических установок и процессов. Учебно-методическое пособие. - Томск: Изд. ТПУ, 2000

## **Секция «Информационные технологии в управлении»**

*Е.С. Солдатов, асп.; рук. А.А. Белов к.т.н., доц. (ИГЭУ, г. Иваново)*

### **КОРПОРАТИВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ**

Категория знаний представляет собой довольно абстрактное понятие. На философском уровне споры о том, что же собой представляют знания, ведутся со времен античности. Понятие знаний рассматривается в таких науках как информатика, менеджмент, психология. В последние десятилетия наблюдается возрастающий интерес к знаниям как к важнейшему ресурсу деятельности компании. Появился класс систем, направленных на управление компанией на основе знаний, называемый в западной литературе knowledge management systems (KMS). Назначением подобных систем является сопровождение процессов создания, передачи и применения знаний в организации [2].

Существуют различные подходы к классификации знаний. Широко распространено разделение на явные и неявные знания, а также на индивидуальные и общие, предложенное Нонакой [3]. Явные знания представляют собой формализованные в виде инструкций, руководств, теорий знания. Неявные знания неотъемлемы от их носителя, человека, они связаны с тем контекстом, которым обладает конкретный человек. Также существует классификация, подразделяющая знания на декларативные, процедурные, причинно-следственные, контекстные, и знания о взаимосвязях [7]. Похожую систему классификации предложил Захман [9], знания согласно ей классифицируются по принципу ответов на вопросы: что, как, кто, когда, где и почему.

Хотя концепции кодификации, хранения и передачи знаний в организации сами по себе не новы, именно в последние годы управление организациями стало более ориентировано на знания. Интеллектуальный капитал в некоторых отраслях экономики составляет большую часть в формировании рыночной стоимости предприятия [8]. В связи с этим возрастают угрозы потери знаний.

Основными целями управления знаниями являются: выявление знаний в организации и представление их размещения с помощью карт компетенций, “желтых страниц” (Yellow Pages); развитие культуры обмена знаниями между сотрудниками; создание инфраструктуры для обмена знаниями, взаимодействия между сотрудниками [6].

Управление знаниями необходимо для обеспечения выполнения основных процессов, выполняемых сотрудниками организации. Поэтому более уместно использовать термин управление на основе знаний. Существует несколько подходов к внедрению технологий управления знаниями в организации: общая методология KAD (Schreiber), производственно-сбытовые цепочки знаний (Weggeman) и модельно-ориентированное управление знаниями (Allweyer) [4]. Методология KAD предполагает развитие средств обеспечения выполнения интеллектуально ёмких задач. При этом управление знаниями выступает как мета процесс, объектами которого выступают агенты, массивы знаний и бизнес-процессы. Агентами могут быть сотрудники или программное обеспечение, которые обладают массивами знаний и участвуют в выполнении бизнес-процессов. Подход производственно-сбытовых цепочек основан на непрерывном осуществлении управления знаниями, состоящем из следующих задач: выявлении необходимых знаний, документирования существующих знаний, развития, обмена, применения и оценки знаний. Эти задачи должны быть увязаны со стратегическим уровнем управления организацией (ее миссией, целями, стратегией) и основными бизнес-процессами. Согласно модельно-ориентированному подходу, задачи управления знаниями выступают как неотъемлемая часть любого бизнес-процесса. Данный подход также предполагает описание требуемых и существующих знаний, их генерацию и документирование. Провозглашается необходимость структуризации и классификации знаний, построения карт компетенций, отражающих кто и что знает в организации.

Согласно теории, предложенной Нонакой, приобретение знаний происходит в ходе четырех процессов: социализации (переход неформализованного знания в неформализованное), экстернализации (переход неформализованного знания в формализованное), комбинации (переход формализованного знания в формализованное) и интернализации (переход из формализованного знания в неформализованное). Развитие знаний происходит также при переходах между индивидуальным и групповым уровнями, образуя так называемую спираль знаний. Процесс приобретения знаний может обеспечиваться с помощью средств поддержки кооперации, взаимодействия между сотрудниками, способствуя увеличению контактов между сотрудниками. Такими средствами в рамках информационных технологий являются электронная почта, списки рассылок, вики-страницы, электронные системы обучения, форумы.

Процесс хранения и извлечения знаний реализуется посредством хранилищ документов, баз данных и средств поиска. Средства поиска могут затрагивать как формализованные знания, представленные в виде стандартов, инструкций, писем эл.почты, так и неформализованные, оперируя

информацией о компетенциях сотрудников. Весь набор таких знаний часто называют памятью организации. Память подразделяется на семантическую и эпизодическую. Семантическая память представлена формализованным, обобщенным знанием, а эпизодическая - знанием, зависимым от контекста, применимым в конкретных условиях.

Передача знаний может быть представлена на различных уровнях: передача знаний между индивидуумами, передача от индивидуумов в формализованные источники, от индивидуумов к группам, между группами, внутри групп и от группы к организации в целом [2]. Для передачи неформализованных, контекстно-зависимых знаний используются такие традиционные формы непосредственного общения, как совещания, с помощью современных средств они могут происходить в удаленном режиме. Для передачи формализованных знаний используют рассылки. Задача поддержки процесса передачи знаний состоит в том, чтобы доставлять нужные знания заинтересованным лицам. Для осуществления такой поддержки нужно иметь представление о сферах деятельности и интересах всех сотрудников, об их компетенциях, что достигается ведением “желтых страниц” и карт компетенций.

Факты применения решений должны фиксироваться для последующей их оценки. В зависимости от сферы деятельности часто фиксируются либо удачные решения: “лучшие практики” (best practices), “усвоенные уроки” (lessons learned); либо негативные решения, описывающие условия, приведшие к аварии, неполадке.

Конкретные программные решения могут быть направлены как на поддержку отдельных процессов управления знаниями (динамические системы, процесс-ориентированные системы), так и на поддержку всех процессов в комплексе (интегрированные системы) [4]. Динамические системы включают в себя средства поддержки кооперации и взаимодействия между сотрудниками, а также средства ведения “желтых страниц” и карт компетенций. Процесс-ориентированные системы в включают в себя средства описания и поиска “лучших практик”, “усвоенных уроков”, средства обучения.

В последние годы широкое распространение получили интегрированные решения, называемые также корпоративными порталами, представляющих собой объединение таких средств как вики-страницы, справочники сотрудников, форумы, групповые и индивидуальные календари, управление задачами, хранилище документов, электронная почта, специализированные приложения организации. Корпоративный портал предоставляет удобный единый интерфейс для доступа ко всем этим инструментам, с единой системой авторизации и возможностью персонификации набора средств для

каждого сотрудника. Примерами таких решений являются Sharepoint, Битрикс, DeskWork.

Проблемой является то, что зачастую используется только конкретное подмножество средств, предоставляемых корпоративным порталом. Это происходит из-за отсутствия в организации целостного представления об управлении знаниями, механизма интеграции задач управления знаниями с основными процессами организации. На решение данной проблемы направлено предлагаемое авторами решение, основывающееся на проблемно-ориентированном подходе [1] в организации знаний. Для описания знаний по проблеме используется дополненная схема Захмана. Карты компетенций составляются автоматически, основываясь на оценках эффективности предложенных сотрудниками решений и оценках их знаний по проблемам, получаемым в ходе тестирования с помощью метода иерархических понятийных структур [5].

#### Библиографический список

1. **Белов А.А.** Информационно-синергетическая концепция управления сложными системами: методология, теория, практика / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина». – Иваново, 2009. – 424 с.
2. **Maryam Alavi; Dorothy E. Leidner.** Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. *MIS Quarterly*, Vol. 25, No. 1. (Mar., 2001), pp. 107-136.
3. **Нонака Икуджиро, Такеучи Хиротака.** Компания – создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах / [Пер. с англ. А. Трактинского]. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2011. – 384 с.: ил.
4. **Hind Benbya.** Knowledge Management. Systems implementation: lessons from Silicon Valley. Chados Publishing, Oxford, 2008.
5. **Белов А.А.[и др.].** Применение метода иерархических понятийных структур для контроля знаний, оценки качества и совершенствования преподавания учебных дисциплин: методическое пособие / Федеральное агентство по образованию, ГОУВПО "Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина".— Иваново: Б.и., 2008.—56 с: ил.
6. **Davenport, T. H., and Prusak, L.** Working Knowledge, Harvard Business School Press, Boston, 1998.
7. **Zack, M.** An Architecture for Managing Explicated Knowledge. Sloan Management Review, September 1998.
8. **Белов А.А.** Экономические аспекты информатизации / ГОУВПО «Ивановский государственный университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2006. – 96 с.
9. <http://www.intuit.ru/departament/se/compprog/4/> - Компонентный подход в программировании: анализ предметной обл

*Е.С. Солдатов, асп.; рук. А.А. Белов к.т.н., доц. (ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ФОРМИРОВАНИЯ ХРАНИЛИЩА ЗНАНИЙ КОМПАНИИ**

Предлагаемое авторами решение направлено на обеспечение процессов создания, хранения, распространения, применения и оценки знаний. Принципиальными отличиями решения являются методы организации знаний и построения карт компетенций. Организация знаний основывается на проблемно-ориентированном подходе [1], а определение компетенций - на использовании метода иерархических понятийных структур [2]. С помощью предложенных механизмов достигается интеграция задач управления знаниями с основными бизнес-процессами, выполняемыми сотрудниками.

Проблемно-ориентированный подход означает, что знания классифицируются по проблемам. Именно проблема лежит в основе исполняемых сотрудниками функций (рис. 1). Знания о проблеме описываются на основе дополненной схемы Захмана [5]. Дополнение состоит в разделении вопроса “Почему” на два вопроса: “Почему возникла проблема” и “Зачем ее решать” (рис. 2).

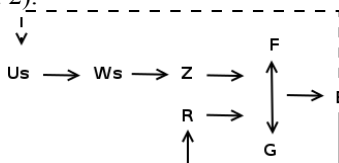


Рис. 1 Целеустремленная система.

Us – потребность, Ws – проблема, Z – цель, F – функция, G – структура, R – ресурс, E – эффект.

Сами проблемы могут классифицироваться по различным признакам (в зависимости от сферы применения хранилища знаний). Кроме того между проблемами устанавливаются связи: часть - целое, предшествующая - последующая и т.д. Это позволяет строить карты проблем. Карты помогают определить круг заинтересованных в решении проблемы сотрудников, тем самым налаживая коммуникацию между ними.

Каждая проблема имеет цели и выделенные на их решение ресурсы. Решения также имеют описание требований к необходимым для их реализации ресурсам. Это позволяет проследить кроме явно заданных связей между проблемами, также и ресурсно-продуктные связи. Требования могут быть формализованы до уровня показателей с заданием требуемых значений (рис. 3).



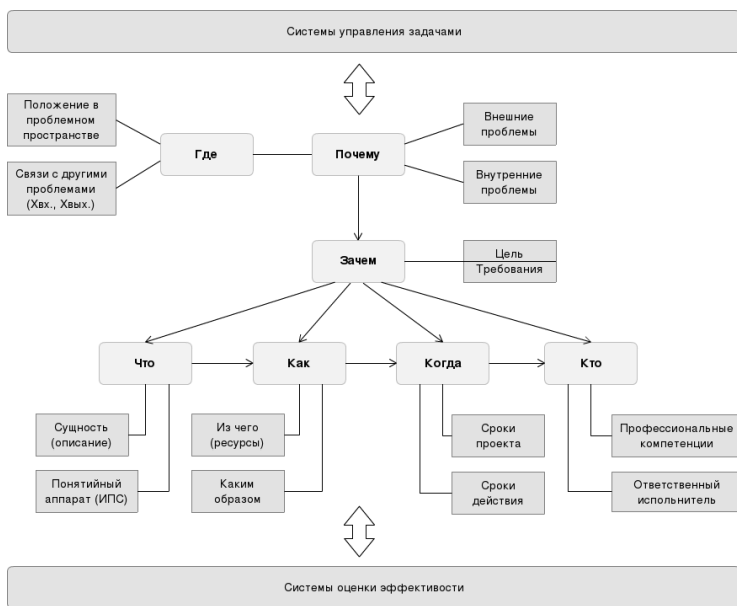


Рис. 2 Формализованное описание проблемы

Проблема формирует круг заинтересованных лиц, который включает сотрудников, которые нуждаются в решении проблемы или участвуют в ее решении. Кроме того, составляется круг экспертов по проблеме, исходя из формальных (ответственность по проблеме) и неформальных признаков (оценки знаний и умений, см. ниже).

Карты компетенций - это та часть хранилища знаний, в которой находят отражение как явные, так и неявные знания сотрудников. Существуют различные техники ведения карт компетенций: пассивное, активное и проактивное заполнение [3]. Пассивное заполнение подразумевает заполнение "портрета" сотрудника отделом кадров организации, а активное - самим сотрудником, часто эти два способа комбинируются. Проактивное заполнение подразумевает выделение сфер интересов сотрудника из анализа его переписки, контента, вносимого им в информационную среду компании. Типичной проблемой ведения карт компетенций является то, что они не обновляются сотрудниками, если эта миссия возложена на них. Отдел кадров же не всегда хорошо ориентируется в специфике деятельности сотрудников, поэтому вносимая им информация носит слишком общий характер. Поэтому наиболее эффективным представляется проактивный метод ведения карт компетенций. Однако существующие средства проактивного заполнения карт компетенций, направлены на выявление сфер деятельности и интересов сотрудников, а не на определение степени их компетентности в этих



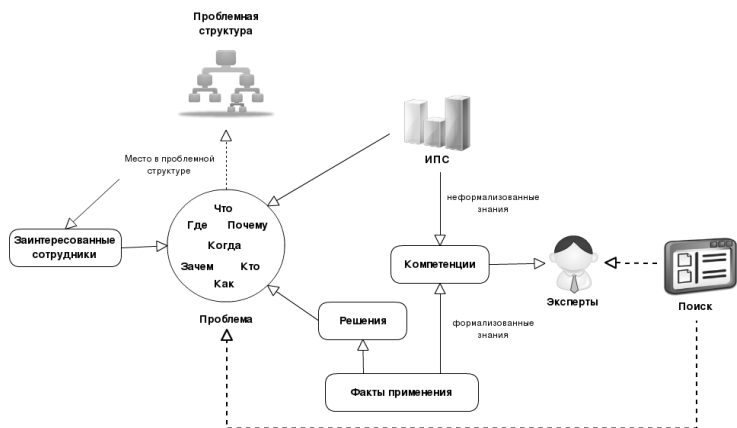


Рис. 5 Общая схема хранилища знаний

На данный момент реализован основной функционал системы в виде двух подсистем: хранилища знаний и системы оценки знаний IntellectPro [4]. Ведутся работы по интеграции данных подсистем и построению карт проблем и компетенций. Комплексное решение представляет собой веб-приложение, написанное на языке Python с использованием фреймворка Django, и может работать как локально, в рамках одного предприятия, так и как SaaS (сервис как услуга), т.е. в рамках одного веб-сайта поддерживать несколько независимых хранилищ знаний, используемых разными организациями.

### Библиографический список

1. **Белов А.А.** Информационно-синергетическая концепция управления сложными системами: методология, теория, практика / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина». – Иваново, 2009. – 424 с.
2. **Белов А.А.[и др.]**. Применение метода иерархических понятийных структур для контроля знаний, оценки качества и совершенствования преподавания учебных дисциплин: методическое пособие / Федеральное агентство по образованию, ГОУВПО "Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина".— Иваново: Б.и., 2008.—56 с: ил.
3. **Hind Benbya.** Knowledge Management. Systems implementation: lessons from Silicon Valley. Chados Publishing, Oxford, 2008.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. - № 2010613395 от 21.05.2010. IntellectPro-3 / Е.С. Солдатов, А.А. Белов.
5. <http://www.intuit.ru/department/se/compprog/4/> - Компонентный подход в программировании: анализ предметной области.

*Жидкова Т.П., студ.; рук. А.А. Белов, к.т.н., доц. (ИГЭУ, г. Иваново)*  
**МЕТОДИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА  
ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Переход на новый образовательный стандарт 3-го поколения и изменение квалификации выпускаемых специалистов на бакалавров явились причиной корректировки процесса обучения таким образом, чтобы он соответствовал новым требованиям. Согласно новым ФГОС ВПО целью обучения является развитие у студентов личностных качеств, а также формирование общекультурных универсальных (общенаучных, социально-личностных, инструментальных) и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по данному направлению подготовки.

В 2011-2012 учебном году состоялся массовый переход высшей школы России на Федеральные государственные образовательные стандарты, и самыми актуальными вопросами стали:

- Как оценивать компетенции выпускников в соответствии с требованиями ФГОС ВПО?
- Как обеспечить преемственность традиционного (ГОС II) и компетентностного (ФГОС) подходов к оценке результатов обучения?
- Как разработать педагогические измерительные материалы для оценки результатов обучения в рамках компетентностного подхода?

Предложенная ниже технология расчета оценки сформированности компетенций безболезненно интегрируется в текущую организацию учебного процесса ИГЭУ, основанную на РИТМ.

В расчете используется матрица компетенций, в которой по каждой компетенции отмечены дисциплины, в процессе изучения которых они должны быть сформированы у обучающихся по ООП. Данную матрицу необходимо преобразовать в матрицу весов вклада дисциплины  $d_j \in D$  в формировании компетенции  $k_i \in K$ , т.е. составить взвешенную матрицу компетенций  $L = \{l_{ij}\}$ .

В рамках каждой дисциплины  $d_j$  определяется вклад знаний  $g_{zj}$  и умений  $g_{yj}$  итоговую оценку по дисциплине.

$$g_{zj}, g_{yj} = 0 \div 1; g_{zj} + g_{yj} = 1.$$

Формами контроля знаний студентов являются тестирование, собеседование, реферирование. Для контроля умений должны быть оценены лабораторные, самостоятельные и курсовые работы студентов.

В рамках РИТМ оценка знаний  $P_3$  складывается из оценок текущего  $\overline{O_T}$  и итогового контроля  $\overline{O_{33}}$  по следующей формуле:

$$P_3 = (\overline{O}_T \cdot P_T + O_{ЭЗ} \cdot P_{ЭЗ})/5,$$

где  $P_T, P_{ЭЗ}$  – веса текущего и итогового контроля в оценке знаний соответственно.

$$P_T, P_{ЭЗ} = 0 \div 1; P_T + P_{ЭЗ} = 1.$$

Оценка знаний  $P_y$  складывается из оценок промежуточного  $\overline{O}_\Pi$  и оценки за курсовой проект или зачет  $\overline{O}_{ЗК}$  по следующей формуле:

$$P_y = (\overline{O}_\Pi \cdot P_\Pi + O_{ЗК} \cdot P_{ЗК})/5,$$

где  $P_\Pi, P_{ЗК}$  – веса промежуточного контроля и оценки за курсовой проект соответственно.

$$P_\Pi, P_{ЗК} = 0 \div 1; P_\Pi + P_{ЗК} = 1.$$

Таким образом, итоговая оценка по дисциплине, используемая в дальнейшем для расчета сформированности компетенций, с учетом веса знаний и умений рассчитывается следующим образом:

$$P_j = (P_{3j} \cdot g_{3j} + P_{y_j} \cdot g_{y_j})$$

В рамках формирования компетенций повышенного уровня должна учитываться творческая работа студентов (НИРС – доклады, статьи, научные отчеты, участие в олимпиадах и конкурсах). Для каждой такой работы должен быть определен коэффициент инновационной составляющей  $P_{Bi} > 1$ , определяющий вклад данной работы в формировании компетенции  $k_i$ .

Для расчета степени сформированности компетенций используется следующая формула:

$$K_i = P_{Bi} \cdot \sum_{j=1}^d (P_j \cdot l_{ij})$$

Таким образом, при достижении  $K_i = 0 \div 1$  можно считать, что студент достиг порогового уровня сформированности компетенций. А при  $K_i > 1$  – повышенного уровня.

Для выполнения расчета по данному алгоритму была создана программа, позволяющая на основе оценок РИТМ, рассчитывать степень достижения компетенций студентов на всех этапах обучения.

Для представления результатов был также создан модуль, позволяющий удаленно просматривать данные по каждому студенту. Вид представления показан на рисунке 1.

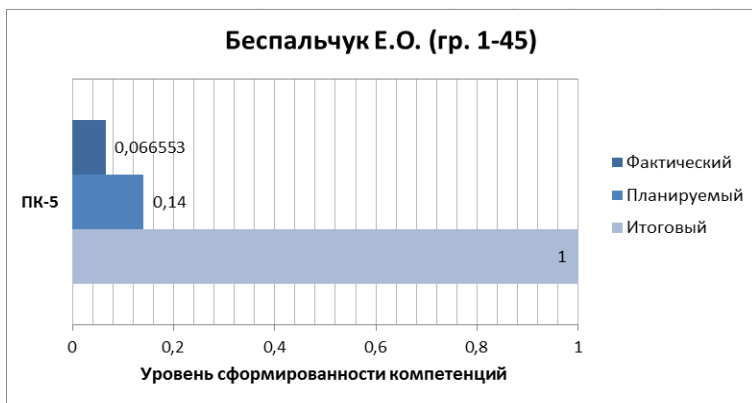


Рисунок 1. Уровень сформированности компетенции ПК-5 студента 1-го курса после первого семестра

В данной гистограмме фактический уровень означает, какую часть компетенции студент уже сформировал на данный момент; планируемый – это часть компетенции, которую бы он мог достичь при условии идеальной учебы; итоговый – это целевое значение, которое студент должен достигнуть при выпуске.

Результаты анализа оценки компетенций и выяснение причин проблем обучения могут быть использованы в качестве основания для формирования управленческих воздействий, как на студентов, так и на преподавателей.

*Жидкова Т.П., студ.; рук. А.А. Белов, к.т.н., доц. (ИГЭУ, г. Иваново)*  
**ЭЛЕКТРОННЫЕ БАЗЫ ВЕДЕНИЯ И РАЗВИТИЯ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

Современные вузы ставят перед собой задачу повышения эффективности обучения, которая зависит во многом от результатов планирования учебного процесса на всех уровнях ВУЗа: учебного управления, факультетском, кафедральном, планировании работы преподавателей и внутри дисциплин. Результатом выполнения этой функции сотрудниками будет набор документов, по которым и будет выполняться процесс обучения, сюда входят учебный план, матрица компетенций, УМК дисциплин, сетки преподавателей, графики учебного процесса, расписания и т.д.

Создание этих документов связано с интеллектуальным трудом сотрудников, который необходимо сохранять. Так как наработки в данной области не могут быть заведомо сделаны идеально, правильно, без ошибок и



Для использования хранилища знаний в учебном процессе составлены классификаторы, ориентированные на образовательный процесс.

Первоначальная проблемная структура в хранилище представлена связанными проблемами двух уровней: на верхнем – проблема технологии обучения по специальности, целью решения которой является получение у студентов некоторого списка компетенций, а на втором – проблемы обучения по дисциплинам, которые должны быть построены таким образом, чтобы получаемые в их рамках знания и умения формировали данные компетенции.

В дальнейшем проблемное пространство будет расширяться за счет введения других проблем учебного процесса, связанных с вышеперечисленными связями разных типов.

Формализованное описание проблем и их решений второго уровня (преподавание дисциплин специальности) в структуре хранилища знаний показано в таблице 1.

Оценка эффективности решения должна вычисляться на основе значений планируемых и фактических показателей ресурсов и продуктов. Т.к. целью преподавания дисциплины является получение знаний и умений заданного уровня, то в случае, когда фактическое значение этого показателя недостаточно, т.е. студентам дисциплина преподавалась неэффективно.

Проблемы неэффективности обучения можно также включить в проблемную структуру хранилища, для этого необходимо проанализировать сложившуюся ситуацию и выявить причины несоответствия целям.

Причины могут иметь различный характер: несоответствие ресурсов всех типов, несовершенство самого решения (технологии) или причины в условиях, в которых применялось решение (это ресурсы, на которые наложены ограничения).

- Несоответствующими ресурсами могут быть: студенты, имеющие плохую подготовку, неадекватное учебно-методическое обеспечение.
- Несовершенное решение подразумевает создание неэффективной технологии обучения (неправильное распределение часов, выбор содержания и учебных методик).

К условиям, влияющим на эффективность применения решения, относятся: зачетные единицы, выделенные на дисциплину, существующее материально-техническое обеспечение, преподавательский состав.



Таблица 1. Содержание проблем дисциплин в структуре хранилища знаний

<b>Блок в хранилище знаний</b>	<b>Содержание блока для проблемы W Дисциплина</b>
<b>Связанные проблемы</b>	Список проблем-дисциплин, которые предшествуют или следуют за данной дисциплиной
<b>Решение F</b>	УМК дисциплины, включая рабочую программу
<b>Ответственный</b>	Преподаватель, ведущий дисциплину
<b>Заинтересованный</b>	Преподаватели, ведущие связанные дисциплины
<b>Ресурс R</b>	Студенты до прохождения курса; Информационное, материально-техническое, временное и финансовое обеспечение
<b>Показатели ресурса <math>X_R</math></b>	Временной ресурс: академические часы или зачетные единицы; Студенты: оценки знаний и умений по предшествующим дисциплинам; Информационный: оценка качества учебно-методических ресурсов; и т.д.
<b>Продукт P</b>	Студенты после прохождения курса
<b>Показатели продукта <math>X_P</math></b>	Студенты: оценки знаний и умений по данной дисциплине
<b>Цель Z</b>	Получение студентами знаний и умений заданного уровня
<b>Факт применения</b>	Семестр в учебном году
<b>Эффективность E</b>	Оценка решения относительно достижения целей, т.е. оценка эффективности данного УМК

Для постановки проблем и нахождения решений может использоваться коммуникационная среда коллективного принятия решений на базе Moodle, к которой имеют доступ преподаватели, студенты, а также выпускники и работодатели.

Использование хранилища знаний позволит не только хранить создаваемые версии документов, но и выявлять проблемы и причины неэффективного обучения, что позволит целенаправленно совершенствовать учебный процесс.

*Мартыненко М., Ковалев Д.Е. студ.; рук. Баллод Б.А., к.т.н. доц. (ИГЭУ, Иваново)*

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ «E-LEARNING» и «CLOUD COMPUTING» В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.**

В настоящее время подготовка студентов высших учебных заведений невозможна без использования современных технологий обучения. Речь, прежде всего, идёт о применении в учебном процессе информационно-компьютерных технологий.

Во многих университетах предусматривается оснащённость высшего учебного заведения современным аппаратным оборудованием (компьютерная и цифровая техника) и программным обеспечением. В настоящее время эти характеристики меняются и совершенствуются практически ежедневно, поэтому любой университет вряд ли сможет обновлять свою техническую базу в соответствии с быстро меняющимися вычислительными возможностями современных компьютеров и обеспечить учебный процесс последними новинками компьютерной техники. Такая же ситуация с программным обеспечением, предполагающим немалые материальные затраты на поддержание соответствующего информационного обслуживания студентов.

Как показывает опыт развитых зарубежных стран, отличным решением вышеописанных проблем является внедрение в учебный процесс «облачных вычислений».

В образовательных учреждениях облачные сервисы изначально появились в основном как бесплатные хостинги почтовых служб для студентов и преподавателей, хранилище данных. Другие многочисленные инструменты облачных вычислений для образования практически не использовались в силу недостаточности информации о них и отсутствия практических навыков их использования для учебных целей. И только сравнительно недавно студенческое сообщество и преподаватели по достоинству начали оценивать инновационные IT-приложения, например, Google Groups, Microsoft Office Web Apps, Amazon EC2, Base Group и другие. Предполагается, что лучший способ подготовки студентов к работе с новейшими IT-технологиями – внедрение этих технологий в образовательный процесс.

### **Что такое облачные вычисления?**

«Облачные» вычисления (англ. cloud computing) — это технология распределённой обработки данных, в которой компьютерные ресурсы и мощности предоставляются пользователю как Интернет-сервис. Обработка

данных в «облаках» — это парадигма, согласно которой программы и данные постоянно хранятся в удаленных от пользователя центрах обработки данных (ЦОД), состоящих из мощных серверов и суперкомпьютерных комплексов. Доступ к вычислительному сервису осуществляется прозрачно для пользователя с помощью сети Интернет и клиентского устройства, например, персонального компьютера, ноутбука, планшетного компьютера, смартфона и так далее.

Модели развертывания облаков, показанные на рис. 1, представлены частными облаками (privatecloud) — это собственные или арендованные облака предприятия; общественными облаками (publiccloud) — общедоступные облака и гибридными (hybrid cloud) — облака, состоящие из двух и более облаков различного типа.



Рис. 1 Модели развертывания облаков

Платформа WindowsAzure, веб-сервисы Amazon, GoogleAppEngine и Force.com — вот несколько примеров общественных облаков.

Применение в учебном процессе инновационной технологии — «облачные вычисления» (cloudcomputing) — дает возможность пользоваться учебным заведениям через сеть Интернет вычислительными ресурсами и программными приложениями в качестве сервиса, так же с этим пониманием неразрывно связано так называемая система E-learning, система электронного обучения. В настоящее время e-learning взят на вооружение различными компаниями для информирования и обучения (с использованием облачных технологий) как сотрудников компании, так и клиентов и студентов Вузов.

Рассмотрим облачные сервисы более подробно.

**Amazon's Elastic Compute Cloud (Amazon EC2).** Amazon EC2 – веб-служба, которая обеспечивает вычислительные мощности порядочного размера в облаке. Это разработано, чтобы сделать веб-вычисления доступнее для разработчиков и чтобы предложить множество преимуществ для клиентов.

**GoogleAppsEducationEdition** – это Web-приложения на основе облачных вычислений, предоставляющие студентам и преподавателям учебных заведений инструменты, необходимые для эффективного общения и совместной работы. Службы Google для образования, по мнению разработчиков, «содержат бесплатный (исвободный от рекламы) набор инструментов, который позволит преподавателям истудентамболее успешно и эффективно взаимодействовать, обучать и обучаться».Онлайновые сервисы для ВУЗов от Google обладают рядом достоинств, что даётвозможность использовать их в любой образовательной среде, где есть сеть Интернет.

Выделим основные преимущества использования GoogleAppsEducationEditionв образовании с точки зрения пользователя:

- минимальные требования к аппаратному обеспечению (обязательное условием – наличиедоступа в Интернет);
- облачные технологии не требуют затрат на приобретение и обслуживание специальногопрограммного обеспечения (доступ к приложениям можно получить через окно веб-браузера);
- GoogleApps поддерживают все операционные системы и клиентские программы,используемые студентами и учебными заведениями;
- работа с документами возможна с помощью любого мобильного устройства,поддерживающего работу в Интернете;
- все инструменты GoogleAppsEducationEdition бесплатны.

Современные компьютерные технологии позволяют студентам и преподавателям использовать для общения и работы несколько устройств: ноутбуки, компьютеры, смартфоны, мобильные телефоны и т.д.

### **Аналитические СУБД и cloudcomputing**

Одним из первых производителей специализированных аналитических СУБД, включивших в клиентские предложения вариант своего продукта, основанный на "cloudcomputing", стала компания Vertica. Заказчику предоставляется полностью настроенный сервер Vertica, работающий на базе Amazon EC2 (либо кластер подобных серверов). Клиент перекладывает на

плечи вендора не только заботы о физическом оборудовании, но и все трудности с настройкой СУБД.

Использование cloud-технологий существенно облегчает клиентам аналитических СУБД процесс выбора и тестирования новых баз, исключая необходимость установки и настройки оборудования. Подобные предложения, по мнению экспертов, вскоре изменят сам процесс продажи СУБД.

Заказчиков такие сервисы привлекут отсутствием разовых значительных финансовых инвестиций: оплата Amazon EC2 осуществляется ежемесячно. Более того, требуемую мощность можно наращивать в периоды активного развития корпоративной аналитической системы, создания новых витрин данных.

### **Использование Map\Reduce для аналитики. ApacheHadoop и FacebookHive**

Hadoop является передовым проектом Apache, в его развитии участвует сообщество разработчиков со всего мира. Благодаря проекту ApacheHadoop средства анализа больших объемов данных, которыми пользуются сверхкрупные интернет-проекты, стали доступны широкой пользовательской аудитории. Продукт распространяется бесплатно в результате чего появились совершенно новые аналитические архитектуры. Например, FacebookHive, аналитическое хранилище данных о действиях пользователей сервиса Facebook. К маю 2008 года, оно включало около 22 терабайтов данных и росло со скоростью ~200 гигабайт в день. Для выполнения аналитических запросов в Facebook используется кластер Hadoop из 2500 процессоров, обрабатывающий задачи map/reduce. Компания Facebook разработала специальный язык запросов, напоминающий SQL, команды которого трансформируются в последовательности map/reduce.

Facebook — один из самых известных примеров использования Hadoop для выполнения аналитических задач.

**Digital Security E-learning System 2006** - интерактивная система повышения осведомленности пользователей в области информационной безопасности, позволяющая сотрудникам компании получать знания в простой и наглядной форме с элементами игры, стимулирующими интерес к получению неспециализированных знаний.

### **BaseGroup**

E-learning от BaseGroup Labs – уникальные модульные дистанционные курсы по бизнес-аналитике, охватывающие самые востребованные аналитические технологии: BI, Data Warehousing, ETL, OLAP, Data Mining. Уникальность курсов заключается в 100% усвоении знаний на практике, что обеспечивается лабораторными практикумами на свободно распространяемой аналитической платформе Deductor Academic. Слушатели

решают реальные задачи по консолидации, очистке данных, сегментации, прогнозированию, управлению рисками и отчетности. На нашей кафедре информационных технологий, используется сервер BaseGroup для программы Deductor, а так же размещение мультимедиа учебных материалов на сервере YouTube. Все это легло в основу Лабораторного практикума по курсу интеллектуальный анализ данных, которые позволяют студентам успешно проходить обучение, а так же производить выполнение и сдачу работ в программе Deductor, на дистанционной основе.

*Гладышева Ю.А., студ. рук. А.А. Белов, к.т.н., доц., (ИГЭУ, Иваново)*  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

Осуществление учебного процесса невозможно без соответствующей системы информационного обеспечения. Для успешного функционирования любой студент должен иметь доступ к некоторому информационному фонду. Локальным информационным фондом университета может быть библиотека.

Приведём схему осуществления студентом информационной деятельности (рис. 1).

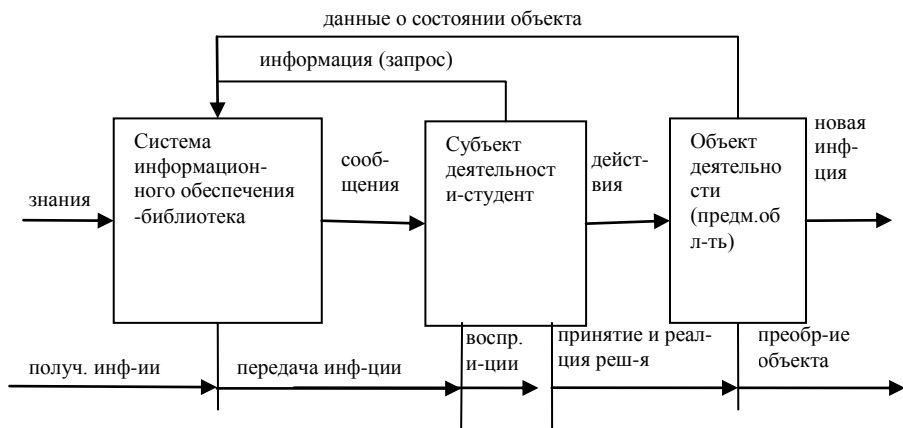


Рис.1. Схема осуществления информационной деятельности.

Одним из основных источников информации, а точнее метаинформации для студента (субъекта деятельности) является библиотека. В процессе осуществления учебной деятельности у студента постоянно возникает

потребность в пополнении информационных ресурсов. Материал, данный на лекции, сложен для восприятия, успешное применение полученных знаний на практике возможно лишь при получении дополнительной информации и т.д. С целью уменьшения всё возрастающей неопределённости, возникающей в процессе обучения, студент формирует запрос к источнику информации. Данный запрос, посылаемый в систему информационного обеспечения будет реальным отражением состояния объекта деятельности, т.к. будет содержать в себе проблему той предметной области, которую изучает студент. Система реагирует на запрос и выдаёт сообщение ( список литературы в данном случае). Отметим, что в сообщении представлена метаинформация, поэтому ключевую роль играет формулировка запроса. Она должна быть максимально близкой к проблеме студента, т.к. на основании представленного сообщения он принимает решения относительно объекта своей деятельности.

Объект деятельности-та предметная область, которую студент изучает. Предметная область- это контекст, в зависимости от которого студент формирует требование к системе информационного обеспечения. В результате воздействия со стороны субъекта, объект преобразуется, изменив своё качество. Однако, преобразование произойдёт лишь в том случае, если представленная информация будет обладать ценностью для приёмщика информации, то есть обеспечит достижение цели студента, который получает информацию. Ранее упоминалась ключевая роль запроса при взаимодействии с информационной системой обеспечения. Тогда перед данным хранилищем знаний встаёт проблема организации информационных ресурсов, содержащая в себе прежде всего проблему оптимизации средств системы поиска, а также эффективного распределения информационных ресурсов.

Разделим пользователей на 2 группы. **Первая группа**- это пользователи, которым известна книга, которую они хотели бы получить. Пользователи этой группы определяют контекст запроса, вводя такие данные, как заглавие или автор книги. Также, чтобы конкретизировать поиск, они могут ввести год и место публикации получить книгу определённого издания. **Вторая группа** пользователей может представить только неформализованные качественные данные, чтобы раскрыть контекст своей предметной области. Это может быть и словесная формулировка проблемы, с которой столкнулся пользователь в той или иной предметной области, и тематика, и учебная дисциплина и т.д. В этом случае встаёт вопрос о формализации, конкретизации запроса и повышения точность поиска. В существующих на данный момент базах данных – электронных каталогах региональных и государственной библиотек исследованы следующие варианты поиска: по УДК, ББК, ключевым словам и тематике.

Проанализированы результаты применения различных методов поиска: выявлены сильные и слабые стороны каждого из вариантов и определено, какой из методов даёт наиболее точный результат и предложена некоторая комбинация существующих методов для повышения эффективности библиографического поиска.

Таблица 1. Сравнительные результаты использования различных методов поиска информации.

Метод поиска	Найдено документов (из 651)	Соответствие запросу
По ключевым словам	101	Документы не всегда соответствуют тематике запроса
По заглавию	23 (3 источника не относятся к нужной предметной области)	Поиск по заглавию не позволяет увидеть литературу, относящуюся к необходимой предметной области, но имеющую иной заголовок.
Метод поиска	Найдено документов (из 651)	Соответствие запросу
Комбинированный метод (УДК+ключевые слова)	50	Полное соответствие запросу. Кроме того, зная УДК книг по необходимой тематике, можно осуществлять поиск в других базах данных и делать заказ на ту или иную книгу.

Остановимся на той комбинации методов, которая дала наиболее оптимальные результаты по запросу пользователя. Представленный метод поиска является **комбинированным**, т.к. сочетает в себе 2 варианта: поиск по ключевым словам с использованием древовидной классификации УДК и соответственно содержит в себе как достоинства, так и недостатки обоих методов.

**Достоинства классификации УДК.** Разветвленная структура классификации позволяет определить необходимую тематику. Навигация по УДК осуществляется "вверх" и "вниз" (от более широких понятий к более "узким") по дереву индексов УДК. Кроме этого, есть ссылки, позволяющие двигаться по тематической "горизонтали", показывая связанные понятия. Если нельзя отыскать в Классификаторе нужную тему, можно воспользоваться "фрагментацией" УДК, т.е. вышеупомянутым поиском в УДК по ключевым словам. Поиск осуществляется следующим образом (используем базу Государственной публичной научно-технической библиотеки):

- вводим ключевые слова в строку поиска (например, теория систем);
- в ответ на запрос выходит список разделов (тематик) с присвоенными кодами УДК, в которых фигурирует это понятие;



- выбираем нужный раздел;
- осуществляем в найденном разделе поиск по ключевым словам (при условии, что не знаем автора и заглавия книги): из 651 документа (относящегося к выбранному разделу), выбираем те, что содержат ключевые слова;
- теория систем- на экран выведен 181 документ;
- сузим поиск: теория систем, системный анализ-50 документов.

**Достоинства поиска по ключевому слову (фразе).** По ключевому слову поиск организуется узконаправленно, точно отражая потребность в информации пользователя; большой перечень найденных документов гарантирует в определенной степени полноту охвата информации, поэтому легко организовывать поиск по базе данных.

**Недостатки поиска по ключевому слову (фразе):** неоднозначность выбранных для поиска слов и использование одних и тех же слов в различных предметных областях приводят к тому, что в список включается много документов, не имеющих прямого отношения к запрашиваемой информации. **Но этот недостаток компенсирует достоинство поиска с использованием классификации УДК.** Путём сканирования дерева классификационной структуры пользователь может выбрать для себя некоторый класс или область интересующих его объектов, а затем сформировать запрос уже по методу поиска ключевых слов.

Однако создание списка ключевых слов для такого метода поиска потребует предварительной работы по составлению **тезауруса** (понятийной структуры), что определяет следующее направление исследования.

#### **Библиографический список**

1. **Белов А.А.** Информационно-синергетическая концепция управления сложными системами: методология, теория, практика / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина». – Иваново, 2009. – 424 с.

### ***Шаронов Н.О., студ. гр. 4-45, рук. Баллод Б.А (ИГЭУ, г. Иваново)*** **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ ПО ПРИКЛАДНОЙ ИНФОРМАТИКЕ**

В настоящее время студенты активно пользуются различными электронными ресурсами, такими как электронные библиотеки, справочники, энциклопедии, сайты по определённым тематикам. Использование электронных ресурсов имеет ряд преимуществ. Они заключаются в реализации функций быстрого поиска, копирования, редактирования текста по интересующей тематике.

У студентов, учащихся на специальности прикладная информатика, часто возникает потребность посмотреть определение какого-либо термина в своей предметной области. Для решения данной проблемы необходимо создать информационный ресурс, удовлетворяющий такую потребность.

Это должен быть удобный, мобильный, обеспечивающий быстрый поиск и дружелюбный интерфейс ресурс.

Варианты реализации решения проблемы:

- 1)База данных
- 2)Текстовый файл
- 3)Сайт
- 4)Файл справки

Файл справки в большей степени удовлетворяет предъявленные требования. Для создания словаря терминов прикладной информатики я использовал программу htm2chm. Она бесплатна, имеет русский интерфейс и легка в освоении. Эта программа предназначена для преобразования нескольких HTML страниц в один CHM, либо ITS файл.

CHM — проприетарный формат файлов контекстной справки, разработанный корпорацией Microsoft и выпущенный в 1997 году в качестве замены формата WinHelp. Содержит в себе набор HTML-страниц, может также включать в себя содержание со ссылками на страницы, предметный указатель. Все входящие в .CHM файлы сжаты алгоритмом LZH.

Данные файлы открываются стандартными средствами ОС Windows и весят несколько меньше HTML-файлов с аналогичным содержанием.

HTML (от англ. HyperText Markup Language — «язык разметки гипертекста») — стандартный язык разметки документов во Всемирной паутине. Большинство веб-страниц создаются при помощи языка HTML (или XHTML). Язык HTML интерпретируется браузерами и отображается в виде документа, в удобной для человека форме.

HTML является приложением («частным случаем») SGML (стандартного обобщённого языка разметки) и соответствует международному стандарту ISO 8879. XHTML же является приложением XML. Текстовые документы, содержащие разметку на языке HTML традиционно имеют расширение .html или .htm.

Для создания словаря терминов достаточно начальных навыков написания html страниц. Вот пример одной из них:

```
<html>
<body>
<h1>ВЫВОД</h1>
```

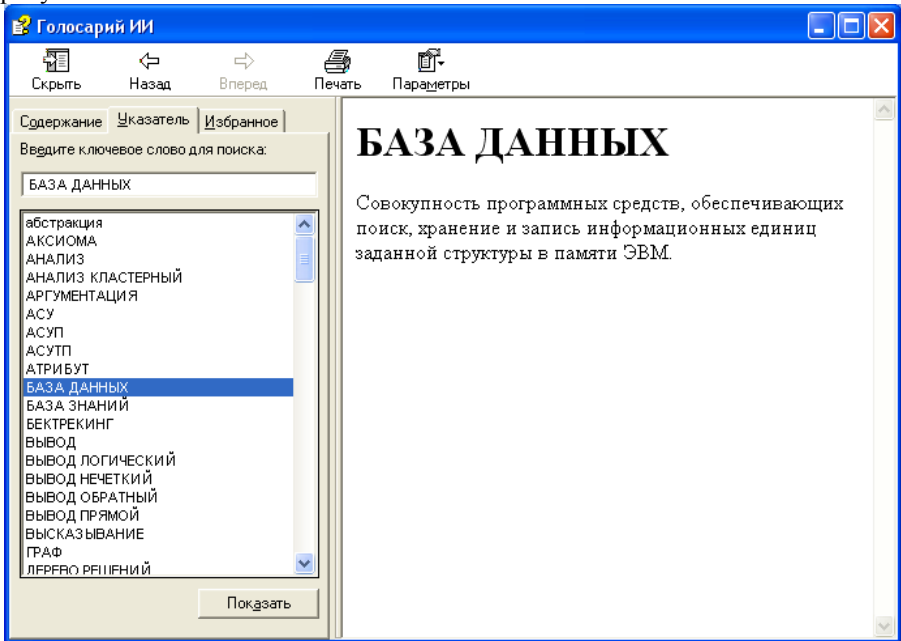
```
<p>Получение новых информационных единиц из ранее известных.
Частным случаем является <a href="ВЫВОД ЛОГИЧЕСКИЙ.html">
логический вывод</a> </p>
```

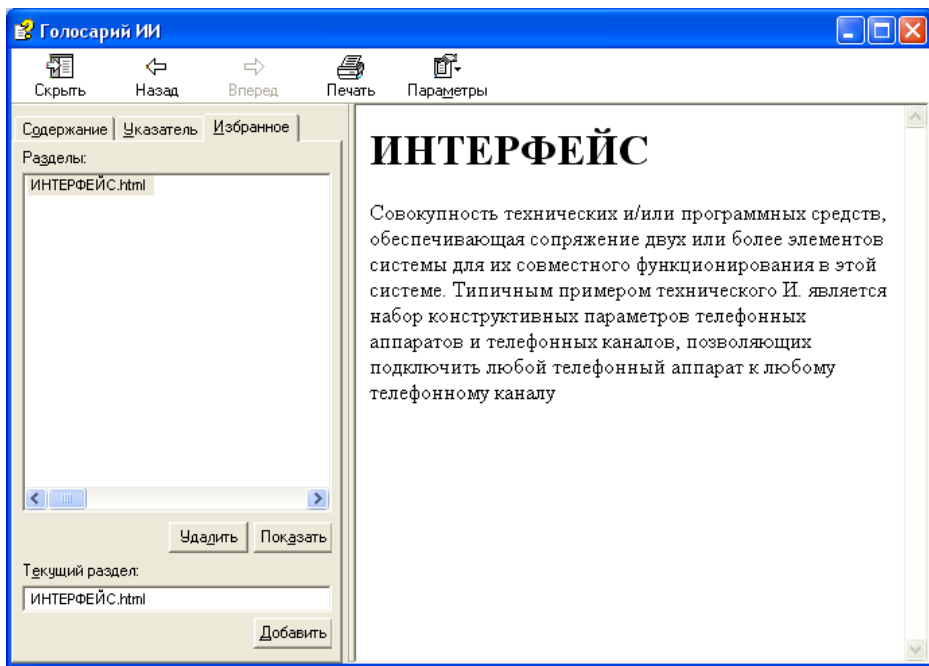
</body>

</html>

Этот гипертекст пишется в любом текстовом редакторе и сохраняется с .html расширением. Аналогичным способом необходимо создать отдельные .html файлы для каждого термина. Затем все эти файлы конвертируются программой htm2chm в один .chm файл.

Пример поиска термина и добавление термина в избранное показан на рисунках ниже:





### Библиографический список

1. Прикладная информатика: справочник: учеб. пособие/П75. Под ред. В.Н. Волковой и В.Н. Юрьева. – М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2008. – 768с.: ил.
2. <http://ru.wikipedia.org/>

## *Рудаков Н.В., студ.; рук. Т.В. Гвоздева, ст. преп. (ИГЭУ, г. Иваново)* **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СОТРУДНИЧЕСТВОМ**

Государственный образовательный стандарт образования 3 поколения ориентирован на реализацию компетентностного подхода к обучению, устанавливающий требование к студентам – обладать определённым набором общекультурных и профильных навыков. В числе которых можно выделить:

- Ставить и решать прикладные задачи, применяя усвоенные теоретические знания;
- Использовать в работе современные информационные технологии;
- Создавать и оформлять проектные решения, основанные на актуальных проблемных ситуациях;

- Проводить обследование организаций, выявлять информационные потребности пользователей, формировать требования к информационной системе;
- Уметь работать в коллективе, искать возможности для коммуникации с потенциальными источниками информации.

В настоящее время существует множество технологий обучения, учитывающие наличие требований государственного образовательного стандарта. Для реализации проекта создания инновационно-образовательного портала кафедры применяется проблемно-ориентированная технология обучения, поскольку она удовлетворяет и потребность кафедры в совершенствовании у студентов профессиональных навыков, и потребность в решении реальных проблем, возникающую во внешней среде (у представителей профильных предприятий, выступающих в качестве заказчиков и экспертов).

Внедрение проблемно-ориентированной технологии обучения предполагает решение трёх задач, стоящих перед инновационно-образовательным порталом кафедры:

1) Организация проблемно-ориентированного обучения. Данная задача подразумевает создание условий для коллективной работы над решением проблем и созданием проектов. Инструментальная среда Moodle и её элементы, написанные на открытом языке программирования php, создают такие условия. Существующие в инструментальной среде компоненты: форум, база данных, гиперссылка – позволяют организовать коллективное общение творческих групп, публикацию проблем внешним заказчиком, генерацию и оценку решений, хранение материалов, относящихся к проблемной ситуации и выполнение других процедуры, необходимых для ПОТ обучения.

2) Управление контентом. Данная задача подразумевает структуризацию проблемного пространства, которая устанавливается требованиями хранилища знаний и работой пользователей портала. Поэтому вопросу построения структуры материалов в процессе разработки системы управления сотрудничеством уделено особое внимание.

Основанием для классификации являются утверждаемые государственным стандартом образования группы компетенций, связанные с проектной, производственно-технологической, организационно-управленческой и аналитической деятельностью студентов.

Структура проблемного пространства представлена на рисунке 1.

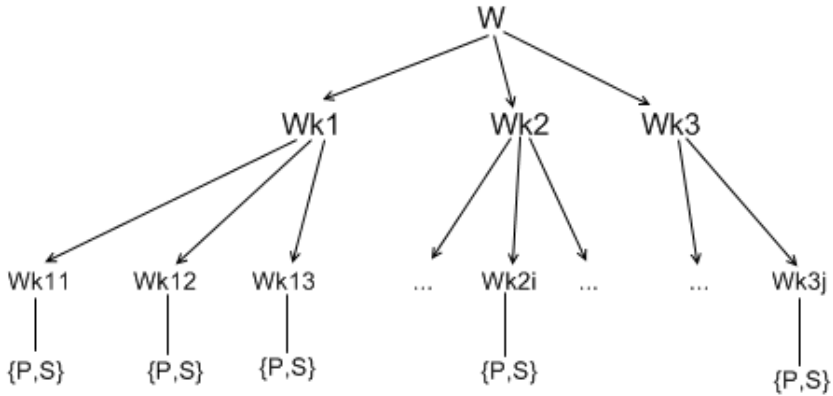


Рисунок 1. Структуризация проблемного пространства.

Где  $W$  – проблемное пространство

$W_{k1}, W_{k2}, W_{k3}$  – Классы проблем, связанные с преподаваемыми студентам дисциплинами.

$W_{k11}, \dots, W_{k3j}$  – проблемы.

$P$  – множество коллективно сгенерированных решений для проблемы.

$S$  – множество творческих студенческих коллективов, работавших над решением проблемы,

причём возможно, что для проблемы  $W_{ki}$ :  $P_{t1} \rightarrow S_{t1}, P_{t2} \rightarrow S_{t2}, S_{t1} \cap S_{t2} \neq \emptyset$

Одной из задач при формировании данной иерархии является определение возникающей предлагаемой проблемной ситуации  $W_i$  к одному из классов  $W_k$ . В основу классификации положен закон Ципфа:

$$M_i = \{m_{i1}, | \omega(m_{i1}), \dots, m_{in} | \omega(m_{in})\}$$

$$\exists M' \subset M_i | M' = \{m_{i1}, \dots, m_{ik}\}, \sum_{i=1}^n m_i \in M',$$

при

$$\omega(m_i) \geq \omega^*,$$

Где  $M_i$  – множество слов ( $m_{ij}$ ) в тексте  $i$ ,

$M'$  – множество ключевых понятий,

$\omega(m_{ij})$  – частота употребления слова в тексте

$\omega^*$  – пороговое значение для частот понятий. Значение подбирается таким образом, чтобы суммарная частота употребления ключевых понятий, преодолевающих  $\omega^*$  составляла 20%.

Графическая иллюстрация применения закона Ципфа относительно двух тем и одного текстового фрагмента приведена на рисунке 2.

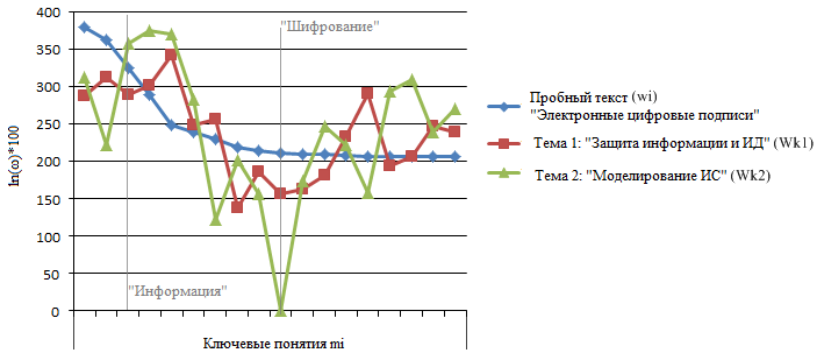


Рисунок 2. Пример распределения частот употребления ключевых понятий

Тематическая принадлежность новых материалов к категориям вышестоящего уровня иерархии определяется по формуле:

$$D = \sqrt{\sum_{i=1}^{n1} \sum_{j=1}^{n2} (\omega(m_i) - \omega(m_j))^2}$$

Где D – Евклидово расстояние в пространстве,

n1 – количество ключевых понятий у тематической категории

n2 – количество ключевых понятий в тексте

Следующее условие определяет необходимость выделения нового класса при классификации:

$$\begin{cases} \exists k (D(Wk, w_i) \leq D') \rightarrow w_i \in Wk \\ \forall k (D(Wk, w_i) \geq D') \rightarrow w_i \in Wk^* \end{cases}$$

Где D' – предельное расстояние, позволяющее утверждать о принадлежности проблемы  $w_i$  одному из k классов W.

$W_k^*$  - новый класс проблем в проблемном пространстве.

Для решения задач управления контентом используются дополнительные программные приложения, осуществляющие семантический анализ текстов.

3) Управление сотрудничеством. Открытость портала и подразумевает взаимное сотрудничество внешних пользователей и локальных пользователей (сотрудников кафедры и студентов). Одной из задач управления сотрудничеством является определение активности пользователей в соответствии с выделенными классами проблем. От показателя активности зависит функция стимулирования инициативности пользователей. Расчёт показателя активности относительно класса проблем  $A(W_k)$  осуществляется на основе метаданных портала по формуле:

$$A(W_k) = \sum A(w_i), w_i \in W_k,$$

Где  $A(w_i)$  – число посещений пользователем страниц проблемы, относящейся к классу  $W_k$ .

Используя значения  $A(W_k)$  для пользователя  $S_\sigma$ , можно составить его личный рейтинг активности узла с определением порога заинтересованности.

$$A' = \left( \sum_{k=1}^m A_{S_\sigma}(W_k) * \Omega_k \right) / m$$

$$\exists k A_{S_\sigma}(W_k) \geq A' \rightarrow fp(t)$$

Где  $A'$  – пороговое значение заинтересованности для любого из  $m$  классов,

$fp(t)$  – функция стимулирования инициативности пользователей (рассылка рекламных и уведомляющих сообщений с периодом времени  $t$ ),

$\Omega_k$  – степень общей активности узла класса проблем:

$$\Omega_k = \left( \sum_{l=1}^L A_{S_l}(W_k) \right) / L$$

$L$  – общее число пользователей портала.

Значения показателей  $A(W_k)$ ,  $A' \Omega_k$  не являются постоянными, поэтому их следует пересчитывать через определённый промежуток времени  $t$ , соответствующий периоду рассылки информирующих уведомлений.

Инструментальная среда, в которой можно реализовать проблемно-ориентированное обучение должна обладать свойствами открытой системы, чтобы поддерживался принцип наличия внешних заказчиков. Она должна предоставлять возможность для коллективной работы, осуществлять хранение материалов и завершённых проектов. При этом инструментальная среда не должна ограничивать обучение студентов, усвоение ими предписанных и полезных компетенций. В настоящее время для реализации ПОТ обучения используется портал, созданный на базе бесплатной платформы Moodle. Принцип инструментальной организации проблемно-ориентированного обучения представлен на рисунке 3.



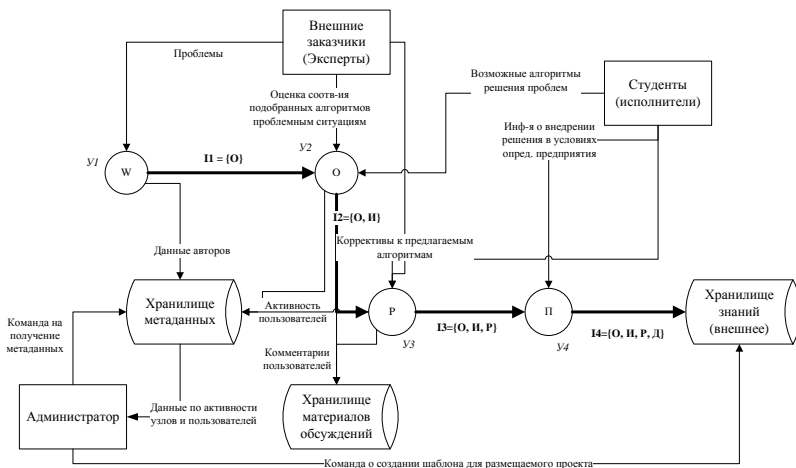


Рисунок 3. Устройство программной среды.

Где У1 – узел проблем w,

У2 – узел решений обсуждения проблем,

У3 – узел решений P,

У4 – узел проектов,

$\Pi$  - I4= – потоки данных,

O – описание проблемной ситуации

I – идеи по решению проблем

P – оценённые и законченные идеи (решения)

D – дополнительная информация, необходимая в проекте для интеграции решения на предприятии заказчика.

Инновационно-образовательный портал кафедры, (практическая реализация системы управления сотрудничеством), позволяет решать актуальные для внешних предприятий (заказчиков) проблемы, организует общение будущих выпускников и потенциальных работодателей и поддерживает развитие профильных и общекультурных компетенций у учащихся.

## **УПРАВЛЕНИЕ ЭКОНОМИКОЙ РЕГИОНА С ПОМОЩЬЮ ИТ (НА ПРИМЕРЕ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Экономика региона – это сложная система, функционирующая на исторически сложившейся административной территории, и включающая в себя рынки ресурсов, предпринимательские единицы разных форм и масштабов, социальные институты, органы власти и проч.; все перечисленные элементы взаимодействуют между собой для достижения собственных целей. Кроме того, регион не является полностью замкнутым образованием, он связан с другими регионами отношениями обмена и перераспределения.

В данном случае под управлением экономикой мы понимаем разработку и проведение в действие ряда мер, способствующих повышению эффективности использования потенциала региона, усилению его роли и статуса (по различным показателям) в общегосударственной структуре.

Качественное управление невозможно в случаях, когда в муниципалитетах действует тяжеловесная бюрократическая структура, на принятие решений требуется относительно много времени, отсутствует прозрачность линий подчинения и ответственности. Трудно преодолеть и такую ситуацию, когда лица, причастные к претворению в жизнь государственной политики, не видят в нововведениях преимуществ для себя или, что хуже, видят в них угрозу своей деятельности.

Корректировать существующее положение дел в области можно различными путями, например, работать с налоговой системой, изменять демографическую и миграционную политику, финансировать производство, науку и здравоохранение и т.д. Безусловно, все перечисленные направления связаны между собой: корреляционная зависимость очевидна между рождаемостью и образованием, налогообложением и инвестициями. Впрочем, существует инструмент, который служит наглядному представлению состояния всех элементов экономики и оперативному принятию решений по ним. Этим инструментом выступает информатизация.

Информатизация как процесс включает в себя два основных направления. Первое направление – проведение мероприятий по обеспечению всех экономических субъектов требуемой информацией с одновременным удовлетворением условий безопасности. Нормативно-правовые акты, распоряжения вышестоящих инстанций, сводки органов статистики и СМИ, предложения финансовых структур – все это постоянно используется в

деятельности хозяйствующих субъектов. Оперативность поступления таких сведений подчас является фактором, определяющим успешность бизнес-процессов. И если в административном центре доступность информации уходит на второй план, то для сельской местности и окраин региона вопрос до сих пор стоит остро из-за затрудненного для значительной части населения выхода в сеть Интернет. Это уже второе направление информатизации – увеличение доли экономических субъектов, обеспеченных техническими и программными средствами для получения, производства, обработки, передачи и хранения информации, в целях стимулирования роста информационного общества.

До 2020 года основной глобальной целью развития Ивановской области является «повышение качества жизни населения региона до уровня не ниже среднего по ЦФО» [1]. Например, согласно данным Росстата, в настоящее время и Костромская, и Владимирская, и Ярославская области превосходят Ивановскую по отношению среднедушевых денежных доходов населения к величине прожиточного минимума. В качестве задач, решение которых поспособствует достижению поставленной цели, среди прочего обозначены: 1) стимулирование условий для создания мощного инновационного и научно-исследовательского комплекса, 2) совершенствование существующих механизмов и реализация новых направлений государственной поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства, 3) повышение эффективности использования ресурсов в здравоохранении.

Что касается инновационного комплекса, к 2020 году организации, занимающиеся инновационной деятельностью, должны составить до 30% от общего количества всех организаций производственной сферы региона. Труднодостижимыми кажутся нам такие цифры хотя бы потому, что пока «технопарк «Родники» (самый масштабный технопарк Ивановской области, действующий на базе ОАО «Корпорация Нордтекс») наполнен на 37%» [2], и в его структуре не числится ни один НИИ.

Информатизация субъектов малого и среднего предпринимательства уже более вероятна. В России к 2013 году доля организаций, использующих широкополосный доступ к сети Интернет должна достигнуть 85%, доля организаций, имеющих веб-сайт, – 75% [3]. Воплощению этой установки могут послужить так называемые «сетевые внешние эффекты». Они обнаруживают себя, когда полезность услуги растет по мере увеличения числа ее пользователей. Таким образом, в среде предпринимателей в ближайшее время стоит ждать накопления критической массы, при достижении которой произойдет не только повышения эффективности бизнеса в целом, но и перевода все большей его части в раздел электронного. Надеемся, это повлечет за собой совершенствование законодательства в

сфере online-торговли и диверсификацию региональных Интернет-магазинов (сегодня большинство из них реализуют продукцию швейных производств).

Рационализации использования ресурсов в здравоохранении служат специализированные информационные системы учета. На их внедрение из средств ФФОМС в 2012 году планируется выделить 69132,6 тыс.руб. Медицинские учреждения по плановым показателям к 01.01.2012 года должны были поддерживать электронную карту пациента и запись на прием к врачу через сеть Интернет или сенсорный терминал в размере 4% и 100% от общего числа учреждений соответственно [4]. На деле достичь чего-то большего, чем использование электронного документооборота в ряде поликлиник, не удалось. Этот факт отчасти досаден потому, что программные продукты, поддерживающие перечисленные задачи, уже существуют: «БАРС.Поликлиника» (формирование и ведение единой базы данных пациентов, их амбулаторных карт), «БАРС.Web-Единая Регистратура» (предоставление удаленного защищенного доступа для врачей и пациентов с возможностью записи на прием), «ИМЦ;Поликлиника», «Медиалог» и др.

Словом, Ивановской области в сфере управления экономикой через информатизацию еще предстоит наработать положительный опыт. Основным препятствием к этому мы видим низкий уровень информационной культуры. По сути, он заключается в непринятии персоналом тех или иных учреждений информационных технологий как приоритетного направления государственного инвестирования.

#### Список литературы

1. Закон Ивановской области от 11 марта 2010 года N 22-ОЗ «О Стратегии социально-экономического развития Ивановской области до 2020 года»
2. Официальный сайт Правительства Ивановской области. Индустриальный парк «Родники» – <http://www.ivanovoobl.ru/results.aspx?id=10428#10428>
3. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 08.12.11 № 2227-р)
4. Программа модернизации здравоохранения Ивановской области на 2011-2012 годы

*С.М. Лапшин, асп.; рук. С.М. Голяков (ИвГУ, г.Иваново)*

## **ПРОБЛЕМЫ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ**

Обсуждение данной проблемы необходимо начать с определения понятия Большие данные. Дело в том что, это понятие первоначально зародилось не в корпоративной среде, а было заимствовано аналитиками из научных публикаций. Впервые понятие BigData(Большие данные) было упомянуто в старейшем британском научном журнале Nature от 3 сентября 2008 года,

посвященном поиску ответу на вопрос «Как могут повлиять на будущее науки технологии, открывающие возможности работы с большими объемами данных?» Специальный номер подытоживает предшествующие дискуссии о роли данных в науке вообще и в электронной науке (e-science) в частности [1].

Менее чем через год это понятие стало распространяться и в корпоративной среде. Понятие BigData характеризует новый принципиальный скачок в обработке данных, который затронет практически все аспекты современного бизнеса, в особенности это касается управления так как современное управление немислимо без принятия решений на основе актуальных и достоверных данных.

За последние три года было сделано большое количество публикаций на данную тему, но лишь небольшое их количество было направлено на исследование данной проблемы в России. В данной публикации на основе мнения людей, непосредственно работающих в сфере бизнес аналитики больших объемов данных, делается анализ текущего положения дел в данном контексте на российском рынке и даются предложения по устранению преград для внедрения новых систем бизнес аналитики.

Основная проблема последних лет в том, что данные имеют тенденцию к стремительному росту объема, слабой структурированности и с трудом поддаются обработке. Все это требует нового взгляда на существующие методы работы с данными, иными словами, нужно преобразовывать количество в качество. Следует отметить тот факт, что специалисты с творческим подходом, нестандартным мышлением будут очень востребованы в этой сфере.

Представитель SAS Алексей Мещеряков выделил в понятии Big Data три основные характеристики:

- объем - стремительно растущие размеры массивов данных;
- многообразие - все виды хранения информации: текст, структурированные таблицы, документы, электронная почта, SMS, данные измерительных приборов, видео, аудио, данные биржевых торгов и многое другое;
- быстрдействие - время выдачи информации по запросу, способность сверхоперативно реагировать на задачи и проблемы компании.[2]

Большие данные в первую очередь ориентированы на аналитику, извлечение информации из огромного объема структурированных и неструктурированных данных, причем анализ должен проходить за небольшие промежутки времени, близкие к нулю. Все это необходимо для быстрого и обоснованного принятия необходимых решений в конкурентной среде.

О проблеме Больших Данных хорошо известно и в российском бизнесе. Но в нашей стране этот вопрос имеет свои специфические черты. Рассмотрим их более детально.

По мнению специалистов, в России наибольший интерес к Большим данным проявляют банковская и телекоммуникационная сфера, а также госсектор. Наиболее полно ситуацию в этих сферах охарактеризовал менеджер по развитию бизнеса IBS Максим Исаев. Он подчеркнул, что в телекоммуникационной сфере BigData будет применяться для анализа абонентской базы: «...социальный анализ: выявление связи между абонентами, групп, влияющих абонентов; анализ базы вкупе с данными социальных сетей и веб-приложений, геоинформационными данными...». Также он разграничивает область применения Больших Данных в российских и иностранных банках. Он говорит, что на Западе наиболее активными в этом вопросе являются инвестиционные банки, «работающие с большими потоками информации, поступающей с большого числа торговых площадок». Запросы российской банковской сферы лежат в несколько другой плоскости: «плоскости снижения затрат на обработку данных и в организации более качественной работы с клиентскими базами». Отдельно он высказал свое мнение по отношению к госсектору: «Госсектор, пожалуй, наиболее емкий с точки зрения применения BigData, особенно в связи с переводом госуслуг в электронный вид и созданием электронного правительства объем задействованных данных растет на порядки. Одним из наиболее активных потребителей технологии больших данных становится медицина»[2].

Можно сделать вывод о том, что в ближайшее время именно телекоммуникационный, финансовый и государственный сектора будут определять процесс освоения нашей страной методов работы с большими данными. Большинство специалистов связывают этот факт с тем, что именно в этих сферах в последнее время идет наиболее интенсивное накопление новых данных, требующих применения аналитических методов обработки. Ведущий технический эксперт Sybase CIS Андрей Хромов выделяет еще две причины, объясняющие, по его мнению, востребованность технологий работы с большими данными именно в этих секторах:

- необходимость постоянного учета и переработки огромных объемов данных. Как он говорит: «в частности крупные телекоммуникационные компании, ежедневно обрабатывают гигабайты CDR-данных»;
- большое количество клиентов и операций. К таким компаниям он относит крупные торговые сети, а также «те банки, которые активно развивают розничный бизнес, потребительское кредитование».

Несмотря на, казалось бы, активную реакцию со стороны российских предпринимателей на проблему больших данных, им присуща в основном

выжидательная политика. Они ждут конкретных экономических показателей от пионеров освоения новых технологий. Но в то же время практически все говорят о том, что Большие Данные несут огромный экономический потенциал и дают существенные конкурентные преимущества.

Также очень серьезным является недостаток квалифицированных IT-специалистов. Но это проблема не только российского рынка. Сейчас уже идет активная подготовка специалистов по данным. Многие говорят, что это будет одна из самых востребованных профессий на рынке труда в ближайшем будущем.

Учитывая эти особенности российского рынка, компании, занимающиеся разработкой систем для анализа Больших Данных, делают их более простыми для освоения, более наглядными. Так, например, компания Information Builders предлагает сегодня продукты, которые аналитиками Gartner оцениваются как самые простые в использовании.

Подводя итог, можно сказать, что проблема Больших Данных уже хорошо известна российским предпринимателям, многие из них уже столкнулись с ней в своей деятельности. По мнению директора отделения технологического консалтинга компании ФОРС Валерия Юринского, наша страна находится только в самом начале освоения темы больших данных, но интерес к ней растет: "Область, где с беспрецедентными объемами данных традиционно сталкиваются чаще всего - это сложные научные эксперименты в разных областях знания, а финансирование научных экспериментов в России сейчас не на самом высоком уровне. У нас пока нет крупных компаний-держателей больших данных, подобных Amazon или Google, однако их появление уже не за горами - в первую очередь это "Яндекс" и Mail.ru".

По мнению автора данной статьи, для более успешного и быстрого внедрения систем для аналитики Больших Данных необходимо увеличить количество IT-специалистов по работе с данными. Кроме того, отталкиваясь от того, что госсектор является сферой, потенциально перспективной для внедрения новых технологий для работы с данными, необходимо увеличить инвестиции в эту область со стороны государства. Это также обеспечит накопление опыта внедрения систем с учетом российских особенностей.

#### **Библиографический список**

1. **Черняк Л.** Большие Данные – новая теория и практика. М.: Открытые системы N10, 2011
2. Sybase: Не пора ли вплотную заняться большими данными. <http://www.interface.ru/home.asp?artId=28329>

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ДОКУМЕНТНОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ

В настоящее время современные организации функционируют в условиях сложности, динамичности и высокого уровня неопределенности внешней среды. Главной задачей хозяйствующих субъектов в рыночной среде является их выживание. Залогом успешной конкурентной борьбы любой организации являются принципиально новые подходы к управлению. Успешное руководство организацией и ее функционирование обеспечивается путем ее систематического и прозрачного управления. В связи с чем значительное внимание уделяется вопросам, связанным с документированием управленческой деятельности или иначе – с документационным обеспечением управления (ДОУ).

Национальный стандарт Р ИСО 15489-1-2007 определяет общие требования, предъявляемые к ДОУ. Указанный стандарт содержит рекомендации по организации документационного обеспечения в рамках процессов управления качеством, что указывает на связь с семейством стандартов Р ИСО 9000, содержащих подходы к внедрению систем менеджмента качества.

В основе указанных выше стандартов лежит единый системный принцип, согласно которому «выявление, понимание и менеджмент взаимосвязанных процессов как *системы* вносят вклад в результативность и эффективность организации при достижении ее целей». [1] Само понятие «*система*» предполагает, что построение системы ДОУ должно согласовываться с основными принципами теории систем. Соответственно документационная деятельность организации должна осуществляться в рамках единой документной системы.

Поскольку ГОСТ Р ИСО 15489-1-2007 содержит лишь общие требования к управлению документами в организации, то важной задачей становится разработка методологических основ построения документных систем, которые имели бы практическую значимость.

Проектирование документной системы рекомендуется начинать с разработки алгоритма, содержащего основные этапы процесса проектирования.

Организация документационного обеспечения должна согласовываться с основными системными принципами, наиболее значимым из которых является принцип целесообразности открытых систем (Рис.1).

В данной схеме органично связаны два системообразующих понятия: целеустремленность, когда система образуется и стремится к достижению эффекта исходя из собственных потребностей  $U_s$ , и



целенаправленность, когда система создаётся и существует для удовлетворения потребности среды  $U_c$ . [2]

Сущность принципа целесообразности заключается в следующем: система  $S$  имеет потенциальные возможности удовлетворить потребности среды  $U_c$ , а среда  $S_c$ , в свою очередь, обладает потенциальными возможностями удовлетворить потребности системы  $U_s$ .

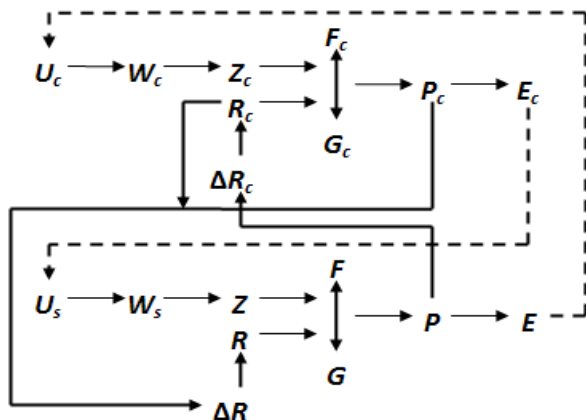


Рис.1. Модель целесообразной системы

В соответствии с данным принципом организация документационного обеспечения должна быть в первую очередь ориентирована на потребности системы управления, ради которой документная система и создается.

В данном контексте основополагающими процедурами при проектировании системы ДОУ становятся: выявление потребностей системы управления в документационном обеспечении, постановка целей системы ДОУ, определение ее функционального состава исходя из множества целей. Соответственно рекомендуется обратить пристальное внимание на следующую цепочку системных атрибутов:

$$U_{CV} \rightarrow Z_{DOU} \rightarrow F_{DOU}. \quad (1.1)$$

На основании вышесказанного предлагается следующий алгоритм проектирования системы ДОУ (Рис.2).

Важной его особенностью является ориентация на методику организационного проектирования структур управления. В соответствии с закономерностями иерархического порядка система документационного обеспечения является подсистемой системы управления:

$$S^{j+1}_{CV} \subseteq S^j_{DOU} \subseteq \dots \subseteq S^{j-k}. \quad (1.2)$$

И может быть представлена как сложная система, состоящая из элементов, обладающих собственным качеством, отличным от качества

системы вышестоящего уровня иерархии, что позволяет подойти к ее построению с учетом методики организационного проектирования как к целостной обособленной системе.

В соответствии с принципами организационного проектирования процесс построения системы ДООУ можно разбить на следующие этапы:

- Формирование базового состава  $S_{ДООУ}$ ;
- Разработка целостной функциональной структуры  $S_{ДООУ}$ ;
- Регламентация структуры  $S_{ДООУ}$ ;
- Реструктуризация  $S_{ДООУ}$ .

Определившись со структурой алгоритма, кратко рассмотрим методические основы реализации его функциональных составляющих в соответствии с выделенными этапами организационного построения.

На первом этапе необходимо определить целесообразность деятельности системы ДООУ для последующего *формирования базового состава функций ДООУ*. Для этого необходимо выявить и проанализировать элементы внешней среды. Выявление внешней среды осуществляется путем определения основного потребителя продукта  $S_{ДООУ}$ , им является система управления. Анализ внешней среды производится путем последовательного разложения системы управления на составные части и определения связей между ними с целью формирования функциональной структуры внешней среды:

$$G_C \equiv \{s_i \xi c_r\} \equiv \{l_{ir}\}. \quad (1.3)$$

Затем в соответствии с принципом последовательной декомпозиции, заключающемся в детализации основного процесса до требуемого уровня и определении взаимосвязей процессов соответствующего уровня иерархии, производится структуризация деловой деятельности в ее иерархическом представлении. Результатом структуризации деловой деятельности станет функциональная структура процессов.

Определение потребностей системы управления является основой установления целей системы документационного обеспечения. Цель должны быть измерима и представляемая как планируемый результат деятельности:

$$Z \equiv P, \quad (1.4)$$

Требования же предъявляются в соответствии с основными системными принципами и требованиями, изложенными в ГОСТ Р ИСО 15489-1-2007.

Директивная роль по отношению к системе ДООУ выражается через целевой канал:

$$W_C \equiv Z_C \quad (1.5)$$

информационное содержание которого и определяет алгоритм  $F$ , по которому осуществляется преобразование:

$$P = F(Z, R). \quad (1.6)$$

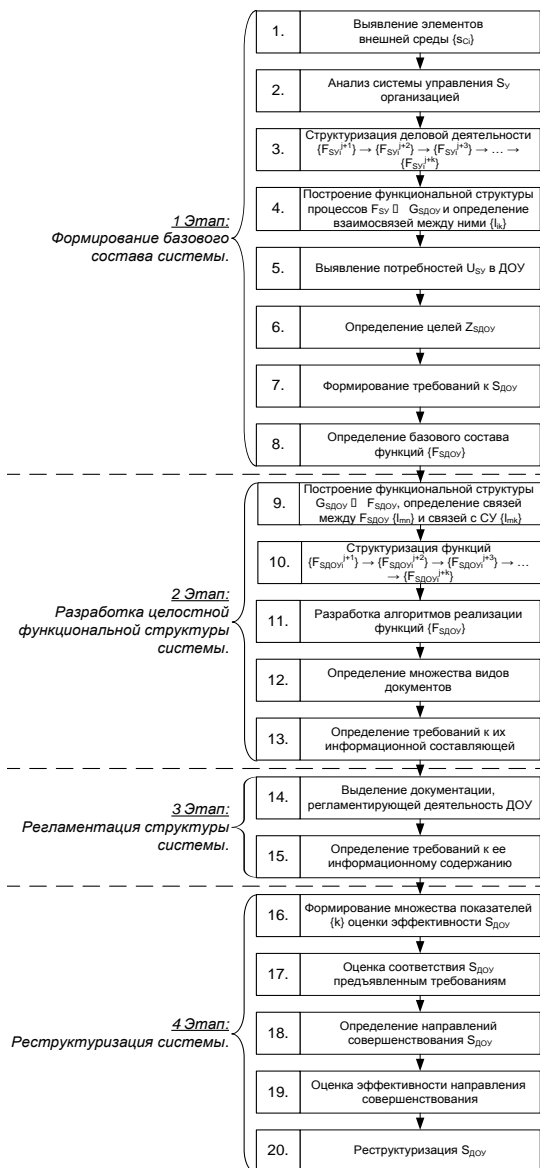


Рис.2. Алгоритм построения системы ДОУ

Таким образом, можно сделать вывод, что цель среды определяет функцию системы:

$$Z_c \rightarrow F_s. \quad (1.7)$$

Определив базовый функциональный состав системы ДООУ, переходим к следующему этапу проектирования, а именно – к *формированию комплексной структуры документной системы*. Разрабатывается концептуальная модель системы, определяются взаимосвязи между ее элементами. Затем производится структуризация основных выделенных функций ДООУ до необходимого уровня детализации. Производится подробный анализ каждой из функций, определяются методы ее реализации. Ключевыми моментами создания единого документационного пространства являются: построение классификатора, формирование множества метаданных, разработка механизма индексирования, разработка процедур контроля действий.

Исходя из потребностей управленческих процессов определяется множество видов документов и требования к их информационной составляющей.

Важным этапом проектирования является *регламентация структуры системы*. Формируются организационные документы, закрепляющие определенные требования к структуре и функции системы на основании ее основной цели и имеющихся в ее распоряжении ресурсов. Структура организационной документации определяется схемой последовательной декомпозиции функции документной системы.

Каждый функциональный уровень системы, вплоть до самого элементарного, а также соответствующие им исполнители, должны обладать регламентирующим документом, закрепляющим цели, описание функции, ресурсы, ответственность субъектов в объеме соответствующем его уровню иерархии.

Заключительным этапом проектирования является *процесс реструктуризации документной системы*. Необходимо сформировать единую систему показателей оценки эффективности системы. Данные показатели должны быть измеримы, а также иметь четкую и однозначную для восприятия формулировку. Кроме того, должна производиться оценка соответствия системы предъявленным требованиям путем сопоставления продукта системы ДООУ с выявленными потребностями и установленными целями:

$$(P_s \equiv Z_c) \rightarrow U_c = 0. \quad (1.8)$$

По результатам оценки соответствия определяются направления совершенствования системы. Для оценки целесообразности предлагаемых путей развития рекомендуется применять системную методологию обоснования совершенствования. [3] В случае выявления потенциального

прироста эффективности функционирования осуществляется реструктуризация системы ДОУ.

Развитие и совершенствование системы документационного обеспечения является одним из ключевых моментов управления. Документационное обеспечение управления как подсистема организации должна настраиваться на свою внешнюю среду, чтобы не просто существовать как данность (это зачастую и происходит в отечественных организациях), а своим функционированием способствовать развитию и увеличению эффективности всей организации. [4]

Предлагаемый подход к организации документационного обеспечения предполагает уход от традиционных принципов, целесообразных в рамках статичности и высокого уровня определенности внешней среды. Представленный алгоритм проектирования системы ДОУ является достаточно универсальным инструментом организации документационного обеспечения и непрерывного мониторинга ее соответствия предъявленным требованиям и потребностям системы управления. Разработанные методические основы позволят грамотно подойти к организации и реорганизации системы ДОУ любой организации и инициировать прирост эффективности ее функционирования.

#### **Библиографический список:**

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2008 «Системы менеджмента качества. Требования». – М.: Изд-во стандартов, 2008.
2. **Белов А.А.** Информационно-синергетическая концепция управления сложными системами: методология, теория, практика / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». – Иваново, 2009. – 423 с.
3. **Белов, А.А.** Экономические аспекты информатизации / А.А. Белов. – ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина», 2006. – 96 с.
4. **Белов А.А., Волкова Н.С.** Синергетический подход к организации и документационному обеспечению управления. – Иваново, ГОУВПО ИГЭУ. – 2006. – 128с.

*Г.Д. Мелега, студ., рук. А.А. Белов, к.т.н. доц.*

## **КОРПОРАТИВНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ В УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Устойчивое развитие предприятия в рыночной экономике обусловлено наличием эффективной системы управления, позволяющей существенно повысить его результативность на основе применения новых технологий управления. В арсенале новых технологий управления важное место занимает контроль действий.

Исследование эволюции понятия контроля (рис 1.) свидетельствует о его развитии от инструментального понимания к концептуальному, определяющему контроль действий как новую концепцию управления.

Национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 15489-1-2007 «Управление документами. Общие требования» вводит функцию контроля действий как обязательную в неотделимо существующей от системы управления документной системе.

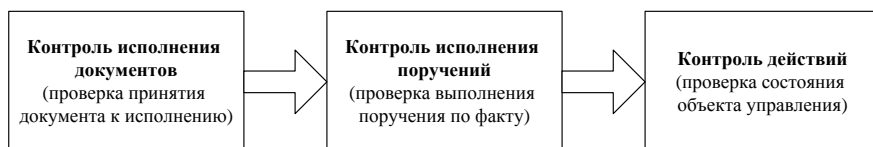


Рисунок 5. Эволюция понятия "контроль" в управленческой деятельности.

Технология корпоративного контроля распадается на следующие крупные классы процедур:

1. исследование системы управления;
2. разработка организационных процедур;
3. контроль состояния объекта управления в предметной области;
4. применение координационных воздействий.

На *первом этапе* требуется выявить функции субъекта управления  $F_{СУ}$ , те классы инструментов и ресурсов  $R$ , которыми он оперирует, алгоритмы функционирования систем информационного обеспечения  $S_{ИО}$  процессов управления, методы выработки управленческих решений. При анализе должны учитываться ресурсы различных типов, включая временные, методологические, организационные, технологические, интеллектуальные ресурсы и многое другое, а также документы, с помощью которых происходит управление.

При исследовании объекта управления в предметной области происходит:

- выделение параметров  $y_i$ , характеризующих его состояние;
- установление целевых значений данных показателей;
- отображение состояния объекта управления по заранее выделенным показателям (измерение свойств объекта управления);
- выделение факторов, влияющих на изменение показателей.

Совокупностью показателей (параметров, индикаторов) должны иметь соответствующую измерительную шкалу. Для управления этими показателями предлагается обобщенный алгоритм (рис.2). Обеспечить мониторинг состояния объекта управления согласно выбранной системе показателей позволяет информационная система.

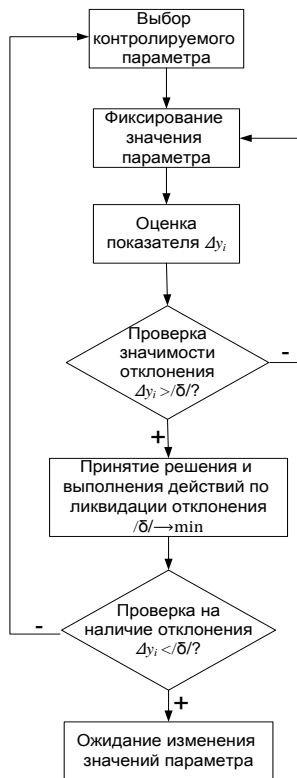


Рисунок 6. Обобщенный алгоритм управления контролируемым параметром

Специфика структуры и функций системы информационного обеспечения управления  $S_{ИО}$  и ее подсистемы – системы документационного обеспечения управления  $S_{ДО}$  - должна быть таковой, чтобы потребности системы управления в информации  $U_{inf}$  (в том числе документированной) были удовлетворены. Необходимо установить единство информации и ее источников (объекты управления, процессы  $F_{ОУ}$ ) и получателей (субъект управления, сотрудники).

Так, субъект управления, задавшись определенной целью по удовлетворению одной из потребностей среды, исходя из располагаемых ресурсов, планирует состояние объекта управления (его действия), фиксируя планы в информационной системе и соответствующей данной информации плановой документации.

На *этапе разработки организационных процедур* происходит следующее:

- определяется последовательность действий для достижения целевых значений показателей состояния объекта управления;
- производится расчет необходимых ресурсов;
- распределяется ответственность за использование положенных ресурсов и результаты действий;
- распределяется время на выполнение действий;
- определяются основные эффекты функционирования системы управления в целом.

При этом субъект управления должен дать объекту управления (исполнителю действий) информацию о целях объекта управления  $Z$ , функциях, которые он должен выполнять  $F$ , ресурсах, которые ему будут предоставлены  $R$ , а также об ответственности за неэффективное функционирование  $C$ . Данная информация должна быть закреплена в организационных документах.

Основное предназначение информационной системы в данном случае — обеспечение единого информационного пространства для всех инфраструктурных элементов системы управления и предоставление полной достоверной информации для принятия управленческих решений.

*Этап контроля* включает наблюдение за состоянием объекта управления (его действиями), измерение значений параметров, выявление отклонений (рис. 2). Получив информацию о состоянии объекта управления (отчетный документ), субъект управления анализирует показатели  $y_i$  на предмет соответствия их целевым значениям, обозначенным ранее в плановой документации. Если соответствия нет, субъекту управления необходимо принять решение о корректировке состояния объекта управления, то есть *применить координирующее воздействие*, которое бы предоставило объекту управления



дополнительную информацию об изменении предоставляемых на выполнение того или иного действия ресурсов  $\Delta R$ , о выделенном на это времени  $\Delta t$ . Данная информация фиксируется в распорядительной документации и направляется объекту управления.

Некоторое изменение состояния среды функционирования (существования) объекта может привести к осуществлению им действий, направленных на адаптацию к изменившимся условиям. Поэтому первейшее требование к информационной системе организации – гибкость и адаптируемость.

Так, в корпоративной системе контроля в управленческой деятельности применима концепция ECM, которая объединяет две ключевых технологии, необходимые для построения быстро адаптируемой системы:

BPM (Business Process Management) и IDM (Integrated Document Management). Концепция ECM привлекательна тем, что позволяет осуществить быстрое объединение разрозненных информационных систем и связать их на уровне потоков информации и документов (рис 3).

Использование предлагаемого подхода к контролю показывает фактическое слияние систем информационного и документационного обеспечения в единую, корпоративную систему. За счет организации единого информационного поля, возможности отслеживания изменений состояния объекта управления и среды происходит улучшение адаптивных свойств системы в целом и ускорение процесса ее развития.

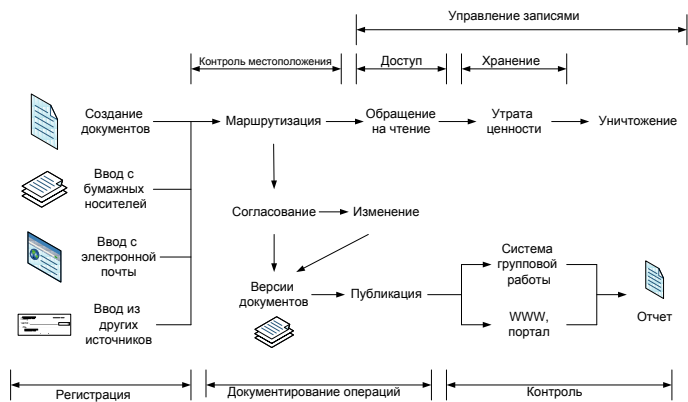


Рис 7. Жизненный цикл корпоративной информации

### **Библиографический список:**

1. **Белов А.А.** Информационно-синергетическая концепция управления сложными системами: методология, теория, практика / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина». – Иваново, 2009. – 423 с.
2. **Конотопов П.Ю.** Аналитика: методология, технология и организация информационно-аналитической работы / П.Ю.Конотопов, Ю.В.Курносков. - М.: РУСАКИ, 2004 г. - 512 с.
3. **Шашенкова М.А.** Документоведение: Конспект лекций / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина». – Иваново, 2010.

*М.В. Лыкова, Г.Д. Мелега, студ., рук. А.А. Белов, к.т.н. доц.*

## **ОСОБЕННОСТИ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДОКУМЕНТАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТЫ РЕГИОНАЛЬНОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА**

### **Основные положения.**

Основным документом, регламентирующим документационное обеспечение в Правительстве Ивановской области, является Порядок работы со служебными документами в Правительстве Ивановской области и исполнительных органах государственной власти Ивановской области, являющийся Приложением к распоряжению Губернатора Ивановской области от 18.11.2010 № 324-р. Данный порядок определяет основные принципы работы со служебными документами в Правительстве Ивановской области и исполнительных органах государственной власти Ивановской области. Порядок разработан с учетом положений Методических рекомендаций по разработке инструкций по делопроизводству в федеральных органах исполнительной власти, утвержденных приказом Росархива от 23.12.2009 № 76, и на основании Государственного стандарта РФ ГОСТ Р 6.30-2003, принятого и введенного в действие постановлением Госстандарта РФ от 03.03.2003 № 65-ст, постановления Правительства РФ от 15.06.2009 № 477 «Об утверждении Правил делопроизводства в федеральных органах исполнительной власти».

Кроме того, введен Порядок формирования, учета, хранения и уничтожения дел в аппарате Правительства Ивановской области Приказом руководителя аппарата Правительства Ивановской области от 13.01.2012 № 1-од.

**Общие недостатки.** В результате исследований было выявлено отсутствие классификатора, который является основой системности документационного обеспечения деятельности. Полная децентрализация системы ДОУ приводит к дублированию функций в подразделениях, что порождает избыточность документов, разобщенность подразделений и связей между ними, невозможность внедрения единых информационных средств. Необходимо отметить отсутствие методического обеспечения построения функциональной структуры ДОУ в Правительстве, внедрение документной системы и ее совершенствования.

**Особенности контрольной деятельности.** Исследования системы документационного обеспечения управления в регионе показали, что отсутствует должная подсистема контроля действий, ориентированная не на сроки исполнения поручений, а на состояние объекта управления, изменяющееся во времени. В органах исполнительной власти контроль происходит выборочно и по факту исполнения поручения, что не дает возможности формирования полного образа состояния предметной области, который в свою очередь отражает эффективность деятельности данных органов, а, следовательно, и развитие региона.

В целом существующая система ДОУ является достаточно статичной и не ориентирована на развитие в целях повышения ее эффективности. Главной проблемой является отсутствие системного представления, функции системы ДОУ не взаимосвязаны между собой и не образуют целостной системы.

Все вышеуказанные проблемы в итоге приводят к единой проблеме на социальном уровне:

***Рекомендации по совершенствованию системы ДОУ Правительства Ивановской области.***

1. Разработка методики построения системы ДОУ, которая будет в себя включать:

- формирование системной структурно-функциональной модели системы ДОУ;
- разработку единого классификатора документов;
- разработку рекомендаций по составлению всех видов документации;
- совершенствование алгоритмов реализации функций ДОУ.

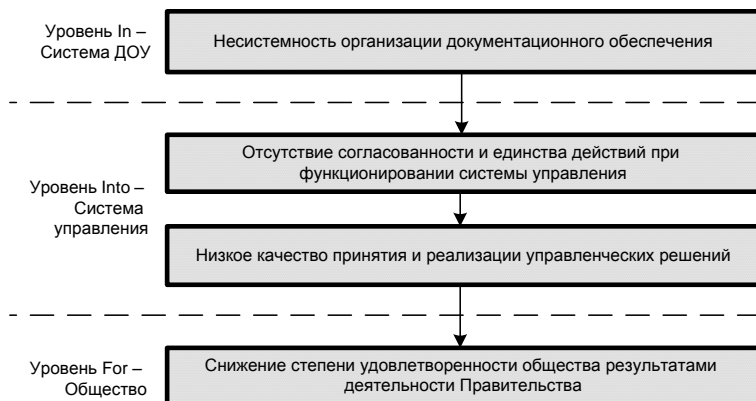


Рисунок 8. Модель причинно-следственных связей

## 2. Разработка подсистемы контроля действий, включающая:

- документационную обеспеченность процесса контроля действий (инструкциями, положениями и т.п.);
- разработка методики контроля действий, которая должна включать методы мониторинга состояния объекта управления, определения показателей, характеризующих состояние объектов управления и способов их улучшения, методы распределения ресурсов и т.д.

Таким образом, установлено, что методическое обеспечение документационной деятельности в Правительстве Ивановской области требует системного подхода к разработке, что повышает эффективность принимаемых решений, которые в свою очередь отражаются на уровне благосостояния общества.

*А.С. Голяков, асп.; рук. С.Л. Денисов, к.э.н., профессор  
(ИвГУ, г. Иваново)*

## **ОСОБЕННОСТИ МАРШРУТИЗАЦИИ ПОСТАВКИ МТР**

Результаты исполнения графика поставок ресурсов очень важны в современных ритмах смены номенклатуры выпускаемой продукции. Наиболее характерно влияние ритма и объемов поставок на незавершенное производство, сверх нормативные и запасы и график производства.

Для обеспечения ритмичности производства необходимо синхронизировать маршруты движения МТР, т.к. для минимизации

незавершенки, необходимо прямо с колес направлять требуемые МТР непосредственно в производство. С целью успешной и эффективной работы предприятия необходимо одновременно иметь весь состав МТР на входе производственного процесса. Наиболее эффективно иметь МТР синхронно с потребностью предприятия. Другими словами процесс поставки ресурсов должен быть синхронизирован со всеми операциями производственного процесса. Для этого автором предлагается следующий подход к формирования маршрутов:

1. Сравнить что выгоднее – продержат «быстрые» машины поставки МТР1 на трассе (т.е. склад на колесах) и ускорить «медленные» с МТР2, чтобы МТР1 прибыл с МТР2 одновременно. в сравнении с затратами на хранение на складе предприятия МТР1 или МТР2 в зависимости от того у какого груза маршрут длиннее или короче.
2. МТР разбить на партии, и сравнить затраты на их поставку с затратами поставки и хранения полного объема на ЗАКАЗ. При этом следует учитывать затраты на хранение. Здесь же следует учитывать тот факт, что «партийные маршруты» могут отличаться от маршрута полнообъемной поставки.
3. Определить состав а/м с учетом их грузоподъемности – сколько а/м нужно на требуемый объем и какой грузоподъемности. Следует учесть как количество а/м и их грузоподъемность связаны с объемом поставки партии/полного количества.
4. График и объем поставок синхронизировать с графиком производства.
5. Ввести МОНИТОРИНГ процесса поставки или диспетчеризацию поставок в зависимости от нарушения графика потребности в МТР.
6. Рассчитать дополнительные поставки на пополнение производственного брака. Это можно рассмотреть с точки зрения рисков, вероятности появления брака, на основе статистики- не важно какой метод определения объема поставок на брак – это уже достаточно подробно рассмотрено в литературе с точки зрения надежности производственных систем.
7. Рассчитать «частичную аренду автотранспорта»: при поставке МТР «себе» и дозагруженного (попутного) чужого груза «чужому за деньги». На сколько выгодно задержка в поставки чужим в случае диспетчеризации – выгодно ли в этом случае

- брать чужой груз. – если просрочим поставку чужим, то не превысят ли штрафные санкции выгоду от такой поставки. Насколько можно задержать груз чужому и учесть затраты, понесенные предприятием в случае диспетчирования.
8. Рассчитать доход от поставки попутного груза от точки нахождения предприятия к точкам, лежащими на ориентировочном маршруте к точке загрузки.
  9. В любом случае необходимо учитывать применение своего транспорта или наемного. Здесь же рассмотреть состав затрат в случае применения своего транспорта и состав затрат наемного.
  10. Необходимо учитывать коэффициент загруженности трасс (их пропускную способность).
  11. Учитывать риски от простоев в пробках, аварий, полной потере груза (в результате порчи, аварий, хищений), частичной потере (в результате порчи, аварий, хищений). Если простой в пробке – это только задержка во времени – то как это скажется на производственном процессе? Если простой в пробке связан с аварией и потерей груза (частичным или полным), то это аналогично производственному браку – нужно смотреть объем допоставки. В затратах следует учесть за счет кого выполняется допоставка. Одновременно следует рассмотреть ситуацию возврата а/м для допоставки объема МТР с трассы или выполнить сначала частично потерянную поставку, а затем уже выполнить допоставку
  12. Рассмотреть влияние страхового запаса на процесс поставки.
  13. Необходимо учитывать коэффициент важности ресурса. Он рассчитывается в зависимости от остатка дней между фактически ожидаемой поставкой и датой вложения его в производственный процесс, степени влияния ресурса на задержку бизнес-операции. степени важности в производственном процессе. В каждый момент времени коэффициент будет иметь другое значение и необходимо ли для таких случаев держать запасную а/м для выезда в точку аварии/потери/порчи.
  14. В случае аварии учесть время ремонта и связанные с этим затраты. Здесь решается задача минимизации затрат: в эту точку послать запасную а/м и перехватить груз, либо дождаться окончания ремонта с учетом загрузки/разгрузки и его хранения.

Для составления графика в качестве исходного инструментария поставок можно воспользоваться аналогом маршрутизации в сетях: пакет в этом случае можно рассматривать как партию. Партия поставки может объединять как разные одноименные партии, так и разноименные (тем более учитывать попутную дозагрузку а/м другим товаром).

При ближайшем рассмотрении положений можно заметить, что для составления графика поставок возникает не дерево решений, а достаточно сложный граф решений (мультиграф) с множественными связями, каждая из которых отражает свои характеристики, порождает во времени дополнительные связи, которые взаимовлияют друг на друга.

В заключении следует отметить, что здесь не учтены сроки годности поставляемых ресурсов, их габариты, пожаро и взрывоопасность, назначение ресурсов. Так, например, поставка метизов будет существенно отличаться от поставки пищевых продуктов, а поставка финансовых ресурсов – от людских для организации вахтовых работ. Нецелесообразно в одном алгоритме учесть все разнообразие поставляемых ресурсов и поэтому методы расчета графика и условий поставки нужно разделить на классы.

*В.В. Тихонов студ. рук. Баллод Б.А. к.т.н, доц., (ИГЭУ, Иваново)*

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА**

В условиях постоянной конкуренции на рынках становится более актуальной задача управления ресурсами предприятия, которая достигается за счет установки ERP-систем, для: контроля, планирования финансов, закупок, производства, торговли, логистики и других бизнес-процессов предприятия. А так же осуществление своевременного управленческого воздействия на прозрачный бизнес процесс (БП), который характеризуется измеряемыми показателями.

В данный момент на предприятии существует проблема производственного учета, информационная система, основанная на СУБД FoxPro, введенной в эксплуатацию в 80-х годах прошлого века устарела. Требуется решение задач с помощью комплексных, модульных систем, между которыми установлен обмен данными.

В частности 1С, как одна из модульных систем, обладает некими преимуществами:

1. Ручной ввод производится единожды, что позволяет делать оперативный пересчет плана.
2. Точность учета ТМЦ (по партиям, ячейкам, паллетам). Уменьшить процент недостач.
3. Составление спецификаций и их декомпозиция
4. Возможность внедрения штрих кодовой или RFID меток, что решит проблему пересортицы товаров на складе.
5. Автоматизация последовательности типовых операций, посредством внедрения функции «Бизнес-Процессов» и «ЭЦП».
6. Не трудоемкость доработок под нужды предприятия.
7. Простота настройки обмена данными со сторонним ПО.

Подробно был рассмотрен процесс «Расчет графика производства», который требует получения множества данных о технологии производства, о возможностях оборудования, о загруженности, о планах продаж и закупок, о работниках, материалах на складе. Ниже представлен алгоритм расчёта графика производства, реализованного на базе 1С:Предприятие.

Данный алгоритм выполнен с учетом требований Гост 19.701-90, использована возможность раскрытия под процесса (Рис.1). В алгоритме представлена последовательность операций с документами и справочниками 1С. Реализация Расчета под процесса «Расчет производственной программы» представлен на скриншотах Рис4. «Анализ планов», где производится сопоставление планов продаж, закупок и производства и Рис5. «Расчёт плановых заданий», где осуществляется расчет производственной программы в соответствии с загруженностью рабочих центров, спецификаций и технологических карт номенклатур.

Сформированная программа отображает загруженность рабочих центров и позволяет оперативно принимать управленческие решения.



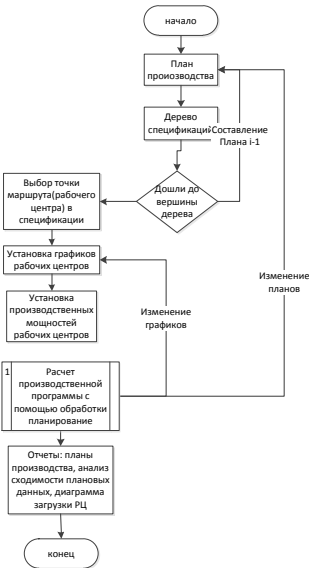


Рис.1 Рассчёт графика производства

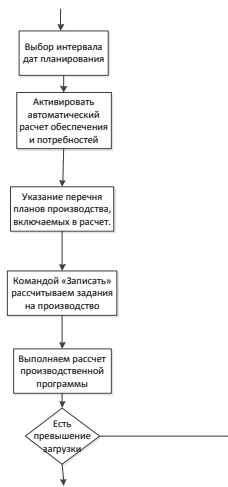


Рис.2.Подпроцесс 1. Расчет производственной программы

Рис.1

Сформированная программа отображает загруженность рабочих центров и позволяет оперативно принимать управленческие решения.

На основании данных производственной программы на совещаниях используются отчеты «Анализ сходимости плановых данных», «Диаграмма загрузки рабочих центров», что помогает выявить отклонения от плана. Одновременно с этим данные о производстве идут в отдел закупок и используются для составления планов закупок, для бухгалтерии, для расчета



ЗП по выработке.

В соответствии с сформированной производственной программой в ИС появляются данные о количестве метизов, их размере и характеристиках. При появлении таких данных открываются



№	Период	Подразделение	Рабочий центр	Номенклатура	Характеристика	Заказ	Количество	Спецификация	Точка
1	02.05.2012			уголок металлический	углеродистый, 4		16,000		
2	02.05.2012			уголок металлический	16, низколегированый, 5		4,000	короб блока станции (5000)	
3	02.05.2012			саморезы	6, 1		52,000		
4	02.05.2012			саморезы	4,5, 1		17,000		
5	02.05.2012			саморезы	3,5, 0,8		42,000		
6	02.05.2012			профиль	1000*1200		18,000	короб блока станции (5000)	
7	02.05.2012			профиль, алюминий	4, углеродистый		5,000		
8	02.05.2012						2,000		
9	02.05.2012						4,000		
10	10.05.2012						5,000	короб блока станции (5000)	
11	31.05.2012						2,000		
12	31.05.2012						474,000		
13	31.05.2012			уголок металлический	16, низколегированый, 5		232,000		
14	31.05.2012			профиль, алюминий	4, углеродистый		5,000		
15	31.05.2012			уголок металлический	углеродистый, 4		16,000		

Рис 4. «Расчёт плановых заданий»

### Библиографический список

1. **Бабаев Ф.П.** Оптимальный раскрой материалов с помощью ЭВМ. – М:Машиностроение, 1982, 36с.
2. **Интернет ресурс:** 1С <http://www.1c.ru/>
3. **Интернет ресурс:** Институт типовых решений <http://www.itrp.ru/content/company/clients/reviews/>

*Жафяров Р.Ш., студ.; рук. Журавлев А.Ю. к.э.н., доц.  
(ИвГУ, Иваново)*

## ПРИНЦИПЫ ОПЕРАТИВНОЙ МНОГОМЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

«BARC.Web-Аналитика»– это система поддержки принятия управленческих решений руководящих должностных лиц в государственном секторе.

Система «BARC.Web-Аналитика» представляет собой информационно-аналитическую панель с интерфейсом на русском языке. Она может эксплуатироваться в различных операционных средах, предназначена для настольных ПК и адаптирована для работы в мобильных устройствах, а также планшетном компьютере. Продукт выведен на рынок в базовой комплектация без возможности

пользовательской трансформации и модификации система-конструктор.

Система предназначена для решения следующих задач:

- всесторонний мониторинг курируемых отраслей;
- оценка эффективности и полноты исполнения профильных законодательных актов;
- углублённый анализ данных и моделирование на его основе экономических трендов;
- создание гибкого инструмента ориентирования в кризисной ситуации;
- экспертное обоснование принимаемых решений;
- размещение публичной информации на открытом web-портале.

Данный программный комплекс базируется на принципах оперативной многомерной обработки и динамического представления информации. Основными преимуществами использования данной системы являются моделирование управленческих ситуаций. В процессе принятия решений должностное лицо генерирует гипотезы. Панель «БАРС.Web-Аналитика» предоставляет все необходимые средства для их проверки: демонстрирует динамику параметров, зависимость индикаторов друг от друга. Средствами системы визуализируются варианты управленческих манипуляций, производится объективная оценка последствий.

Благодаря разнообразию инструментов визуализации «сухие» цифры складываются в оптимальные для анализа графики, карты, диаграммы и т.п. Таким образом, для восприятия больших массивов информации за счет наглядного отображения результатов мониторинга показателей управленческой деятельности, активируются резервы образного, ассоциативного человеческого мышления.

Пользователи могут оперативно создавать многомерные аналитические отчеты простым кликом мыши без привлечения программистов. Аналитические выборки также могут создаваться в web-интерфейсе системы.

Возможен оперативный и лёгкий доступ к важнейшим и актуальным показателям. Решение создаёт единое информационное пространство, доступ к которому заинтересованные лица получают в любое время суток из любой точки, в которой существует доступ к сети Интернет. В режиме онлайн в систему поступают данные из других ведомственных информационных ресурсов. Установка программного обеспечения на каждый компьютер не требуется.

Имеется широкий диапазон детализации индикаторов. Для анализа может быть выбрана любая группа показателей в интересующем разрезе (информация о состоянии социально значимых отраслей, об освоении бюджета, а также индексы производства, сбыта, потребления, тарифов и т.д. могут быть показаны за любой промежуток времени).

Сведены к минимуму бумажный документооборот. С помощью программного комплекса осуществляется автоматизированный сбор, хранение и анализ данных, поступающих из различных источников. Экспорт любой информации из информационно-аналитической панели происходит путём немногочисленных простых манипуляций.

Система поддержки принятия решений «БАРС.Web-Аналитика» может являться как отдельным продуктом, так и надстройкой к другим решениям группы компаний «БАРС Групп» и сторонних разработчиков. Потенциал открытой архитектуры позволяет создавать дополнительные страницы внутри панели и размещать на них любую информацию с различными видами связи между данными и разнообразной детализацией. Эти действия может легко и быстро осуществлять человек без специальной подготовки. Существует также возможность использования как встроенных средств визуализации, так и подключаемых модулей отображения данных.

#### **Функциональные характеристики**

Система поддержки принятия решений БАРС.Web-Аналитика реализует следующие функции:

- мониторинг состояния объектов управления;
- концентрация информации для первых лиц (для оптимизации процесса принятия решений руководителям предоставляется конечный результат вычислений);
- аккумуляция индикаторов, взятых из различных систем сбора и хранения данных;
- единообразии принципов функционирования;
- визуализация результатов аналитической обработки информации;
- анализ данных и моделирование на его основе экономических трендов.

Возможности визуализации:

- отображение нескольких показателей в одном отчёте для моделирования причинно-следственных связей;
- демонстрация динамики показателей (ежедневной, ежемесячной, ежегодной);

- показ интерактивной карты, на которой заданные диапазоны показателей отмечены цветом;
- изображение диаграмм, гистограмм и т.п. с возможностью скрытия элементов легенды и со всплывающими значениями показателей при выделении какой-либо их области;
- отображение ранжирования показателей в разрезе органов местного самоуправления;
- создание векторной диаграммы;
- табличное представление данных, предполагающее расстановку столбцов в любом порядке.

Режимы функционирования системы:

- автономный (информационная база данных поддерживается самостоятельно, без подключения других видов программного обеспечения);
- комплексный (реализована возможность импорта показателей из прочих продуктов семейства БАРС Групп, исключающая ручной ввод информации и позволяющая актуализировать данные в режиме реального времени);
- режим взаимодействия с программными комплексами сторонних разработчиков (данные импортируются из любых учётных и мониторинговых систем).

### **Технические характеристики**

1. Информационно-аналитическая система «БАРС.Web-Аналитика» является гибко настраиваемой. Может работать в автономном и комплексном режимах, а также взаимодействовать с программными продуктами сторонних разработчиков.

Позволяет использовать в качестве средства обмена данными любой известный формат.

При автономной эксплуатации данные могут представляться в виде структурированных XML- и XLS-файлов (MS Excel 2003, 2007, 2010).

В качестве средств обмена данными при использовании системы в комплексе с любым другим продуктом компании БАРС Групп могут выступать как структурированные XML- или XLS-файлы, так и легко создаваемый и настраиваемый Web-сервис. Последний позволит в автоматическом режиме обновлять информацию в соответствии со стандартной или заданной периодичностью.

Для взаимодействия с программными продуктами сторонних разработчиков также предусмотрены варианты обмена данными (XML-, XLS-файлы, Web-сервис и др.).

2. Информационно-аналитическая система «БАРС.Web-Аналитика» оснащена широким спектром средств визуализации. В их числе – таблицы, графики, карты (ведется регулярная разработка и новых разновидностей). Также реализована возможность подключения других модулей отображения данных, включая созданные сторонними разработчиками.

3. Решение может представлять собой продукт, предназначенный для локального использования ограниченным кругом лиц, или портал общего доступа. Существует возможность персонализированного доступа с сохранением настроек, указанных пользователем, при повторном входе.

4. Реализована функция гибкой настройки страницы. С ее помощью возможно изменение местоположения информации, правил фильтрации данных, а также добавление/удаление средств визуализации.

5. Приложение Конструктор (предлагается в качестве дополнения к информационно-аналитической системе БАРС.Web-Аналитика) позволяет легко и быстро создавать новые, а также изменять уже существующие страницы. Эти действия, благодаря удобному и понятному интерфейсу, пользователи могут осуществлять без специальной подготовки.

6. Доступ к системе осуществляется через Интернет из любой точки, с любого персонального компьютера, работающего в операционных средах Windows 2000/2003/2008/XP/Vista/7, Apple MacOS, Unix/Linux, с мобильных устройств iPhone, iPod Touch, а также с планшета Apple iPad.

7. Портал позволяет в любом разрезе детализировать индикаторы, отображенные на странице (осуществляется простым нажатием мышки на желаемый показатель). Соответствующую взаимосвязь нетрудно задать неподготовленному человеку с помощью приложения Конструктор.

8. Полученные отчеты одним нажатием клавиши можно легко и быстро конвертировать в форматы JPG (простая картинка) или XLS (MS Excel).

Вариант использования системы возможно продемонстрировать на портале "Электронное ЖКХ" для граждан Ивановской области. Проект "Электронное ЖКХ" призван создать в Ивановской области единое информационное пространство сферы ЖКХ и состоит из следующих компонентов: открытого портала для граждан [ивжкх.рф](http://ивжкх.рф); служебной части, предназначенной для заполнения организациями



осуществляющими управление многоквартирными домами (МКД); системы ведомственного информационного обмена организаций ЖКХ Ивановской области; системы [мониторинга](#) показателей сферы ЖКХ. В системе мониторинга представлен график динамики наполняемости информационной аналитической системы (ИАС) «Электронное ЖКХ» (рис.1). Анализируя график, представленный на рис. 1 можно отметить, что рост плановых и фактических показателей имеет равномерно возрастающую составляющую и максимально составляет от 13500 до 14000 домов соответственно.

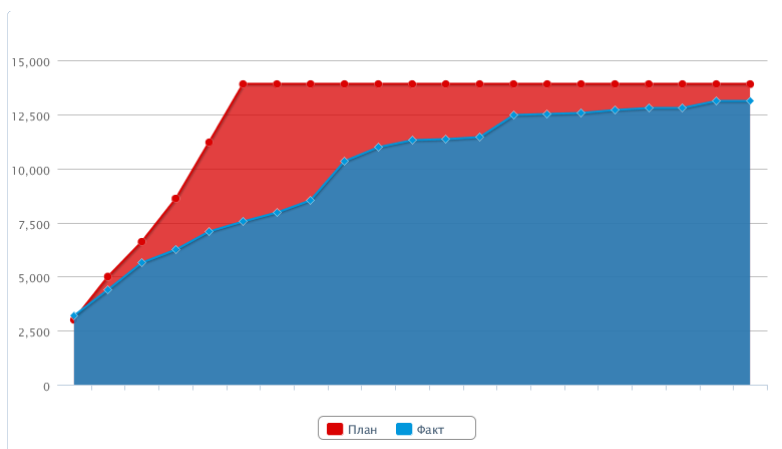


Рис.1 Динамика наполняемости ИАС «Электронное ЖКХ»

На рис. 2 приведены данные по заполнению реестра многоквартирных домов (МКД). В реестр занесено 13125 домов при общем количестве домов в области 13892.

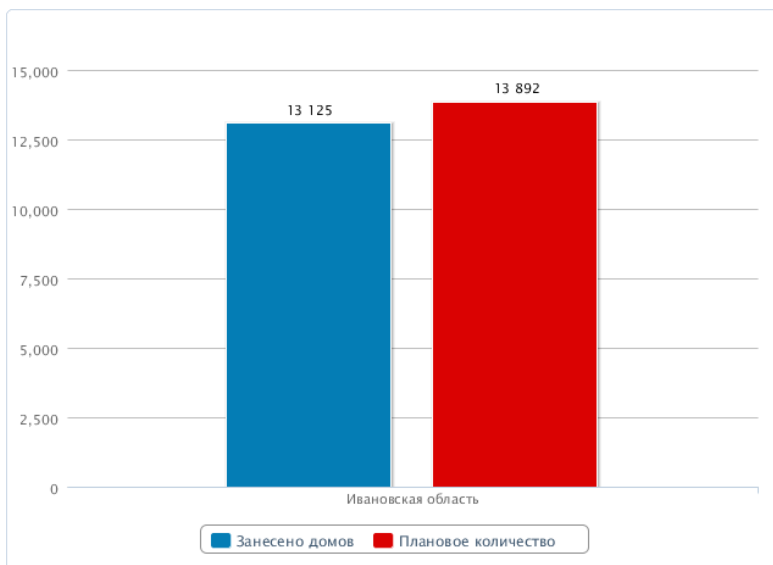


Рис.2 Данные по заполнению реестра многоквартирного дома (МКД)

Физическое состояние домов Ивановской области, учитывающих количество исправных, аварийных и ветхих МКД представлен на рис.3.

Значения представленных графиков и диаграмм постоянно изменяются. Данная информация может быть проанализирована лицами, ответственными за принятия решений, и аналитиками: от ведущих сотрудников органов государственной власти до глав субъектов. Доступ к системе может быть открытым, локальным (в рамках одного ведомства) либо персонифицированным.



Рис.3 Физическое состояние домов Ивановской области

#### Библиографический список

1. [www.bars-open.ru](http://www.bars-open.ru)

*В.В.Гурбатова, студ.,; рук. Б.А.Баллод, к.т.н., доц.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО СПРОСА В ТОРГОВОЙ СЕТИ

В маркетинговой системе, ориентированной на рынок, анализ хозяйственной деятельности начинается не с исследования производства или финансовых результатов, как в системе командно-административного типа, а с исследования потребительского спроса. Причина такой замены начальной точки отсчета очевидна – в маркетинговой системе все начинается с рынка и заканчивается рынком: товар (или услуга) находит или не находит сбыт в зависимости от того, есть ли на него спрос. Итогом этого будет прибыльность или убыточность предприятия. Каждый товар должен производиться лишь тогда, когда он нужен потребителю. Поэтому данная тема является особенно актуальной в современных рыночных условиях.

Объектом исследования является деятельность торговой сети «Экстра» – одной из крупнейших в Ивановском регионе сети

продуктовых универсамов, а предметом – потребительский спрос в данной торговой сети.

Торговая сеть «Экстра» – это крупнейшая в регионе сеть продуктовых универсамов. Магазины торговой сети расположены в городах Иваново, Кинешма и Шуя. На сегодняшний день в городе Иваново открыты супермаркет самообслуживания «Экстра» формата Люкс и гипермаркет «Главмаг» – один из крупнейших магазинов в городе с широким ассортиментом продуктов и промышленных товаров.

В ходе исследования передо мной была поставлена задача на основании полученных с предприятия данных осуществить поиск ассоциативных правил.

Ассоциативные правила позволяют находить закономерности между связанными событиями. Впервые эта задача была предложена для поиска ассоциативных правил для нахождения типичных шаблонов покупок, совершаемых в супермаркетах, поэтому иногда ее еще называют анализом рыночной корзины (market basket analysis). Эта информация может быть использована, например, для определения товаров, которые стоит продвигать совместно, выбора местоположения товара в магазине.

В разрабатываемой базе данных маркетинговой деятельности имеется журнал покупательских транзакций. Каждая транзакция - это набор товаров, купленных покупателем за один визит. Такую транзакцию еще называют рыночной корзиной. Целью анализа является установление следующих зависимостей: если в транзакции встретился некоторый набор элементов  $X$ , то на основании этого можно сделать вывод о том, что другой набор элементов  $Y$  также же должен появиться в этой транзакции. Установление таких зависимостей дает нам возможность находить очень простые и интуитивно понятные правила.

Поиск ассоциативных правил осуществляется с помощью алгоритма Apriori.

Рассмотрим механизм поиска ассоциативных правил на примере данных о продажах товаров в гипермаркете Главмаг с помощью аналитической платформы Deductor. Импортируем данные из хранилища данных в таблицу вида:

В таблице представлена информация по покупкам продуктов нескольких групп. Она имеет всего два поля «НОМЕР ЧЕКА» и «ТОВАР». Необходимо решить задачу анализа потребительской корзины с целью последующего применения результатов для

стимулирования продаж. После завершения процесса поиска ассоциативных правил про

	Номер чека	Товар
▶	160698	КЕТЧУПЫ, СОУСЫ, АДЖИКА
	160698	МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ
	160698	ЧАЙ
	160747	МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ
	160747	МЕД
	160747	ЧАЙ
	161217	КЕТЧУПЫ, СОУСЫ, АДЖИКА
	161217	МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ
	161217	СЫРЫ
	161243	КЕТЧУПЫ, СОУСЫ, АДЖИКА
	161243	МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ
	161243	СЫРЫ
	161354	КЕТЧУПЫ, СОУСЫ, АДЖИКА
	161354	МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ
	161354	ЧАЙ
	161833	МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ
	161833	МЕД
	161833	ЧАЙ
	162185	КЕТЧУПЫ, СОУСЫ, АДЖИКА
	162185	МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ
	162185	ЧАЙ
	162579	СЫРЫ
	162579	МЕД
	162579	ЧАЙ

Рисунок 1

анализируем полученные результаты, используя специальные визуализаторы.

*Визуализатор «Популярные наборы»* – это множества, состоящие из одного и более элементов, которые наиболее часто встречаются в транзакциях одновременно. Насколько часто встречается множество в исходном наборе транзакций можно судить по поддержке.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что «кетчупы, соусы, аджика и макаронные изделия», «мед и чай» - данные наборы товаров наиболее часто покупают в данной торговой точке, следовательно, можно принимать решения о поставках товаров, их размещении и т.д.

№	Номер множества	аб. Элементы	Поддержка	
			Кол-во	%
1	7	ЧАЙ	33	75,00
2	2	МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ	24	54,55
3	1	КЕТЧУПЫ, СОУСЫ, АДЖИКА	23	52,27
4	4	МЕД	22	50,00
5	8	КЕТЧУПЫ, СОУСЫ, АДЖИКА МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ	20	45,45
6	5	СЫРЫ	19	43,18
7	20	МЕД ЧАЙ	18	40,91
8	6	ХЛЕБ	14	31,82
9	3	МАСЛО	14	31,82
10	22	ХЛЕБ ЧАЙ	13	29,55
11	21	СЫРЫ ЧАЙ	13	29,55

Рисунок 2

Визуализатор «Правила» отображает ассоциативные правила в виде списка правил. Этот список представлен таблицей со столбцами: «номер правила», «условие», «следствие», «поддержка, %», «поддержка, количество», «достоверность».

№	Номер правила	Условие	Следствие	Поддержка		Достоверность
				Кол-во	%	
1	1	КЕТЧУПЫ, СОУСЫ, АДЖИКА	МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ	20	45,45	86,96
2	2	МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ	КЕТЧУПЫ, СОУСЫ, АДЖИКА	20	45,45	83,33
3	3	МАСЛО	ХЛЕБ	10	22,73	71,43
4	4	ХЛЕБ	МАСЛО	10	22,73	71,43
5	5	МЕД	ЧАЙ	18	40,91	81,82
6	6	СЫРЫ	ЧАЙ	13	29,55	68,42
7	7	КЕТЧУПЫ, СОУСЫ, АДЖИКА	МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ	8	18,18	88,89
8	8	МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ	КЕТЧУПЫ, СОУСЫ, АДЖИКА	8	18,18	80,00
9	9	КЕТЧУПЫ, СОУСЫ, АДЖИКА	МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ	9	20,45	90,00
10	10	МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ	КЕТЧУПЫ, СОУСЫ, АДЖИКА	9	20,45	90,00
11	11	КЕТЧУПЫ, СОУСЫ, АДЖИКА	МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ	10	22,73	76,92
12	12	МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ	КЕТЧУПЫ, СОУСЫ, АДЖИКА	10	22,73	76,92
13	13	МАКАРОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ	ЧАЙ	6	13,64	60,00
14	14	МАСЛО	ЧАЙ	9	20,45	90,00
15	15	МАСЛО	ХЛЕБ	9	20,45	69,23
16	16	ХЛЕБ	МАСЛО	9	20,45	69,23
17	17	МАСЛО	ХЛЕБ	9	20,45	64,29
18	18	ХЛЕБ	МАСЛО	9	20,45	64,29

Рисунок 3

Таким образом, эксперту предоставляется набор правил, которые описывают поведение покупателей. Например, если покупатель купил кетчуп, то он с вероятностью 86% также купит и макаронные изделия, а если покупатель купил масло, то с вероятностью 71% он купит еще и хлеб.

С помощью анализа «Что-если» можно ответить на вопрос что получим в качестве следствия, если выберем данные условия? Например, какие товары приобретаются совместно с выбранными

товарами. Чтобы предложить человеку то, что он, возможно, забыл купить. В окне слева расположен список всех элементов транзакций. Справа от каждого элемента указана поддержка – сколько раз данный элемент встречается в транзакциях. В правом верхнем углу расположен список элементов, входящих в условие. В правом нижнем углу расположен список следствий. Справа от элементов списка отображается поддержка и достоверность.

Пусть необходимо проанализировать, что, возможно, забыл покупатель приобрести, если он уже взял масло и мед? При этом в списке следствий появятся товары, совместно приобретаемые с данными. В данном случае появятся «чай», «хлеб», «хлеб и чай». Т.е. возможно, покупатель забыл приобрести сухари или чай или и то и другое.

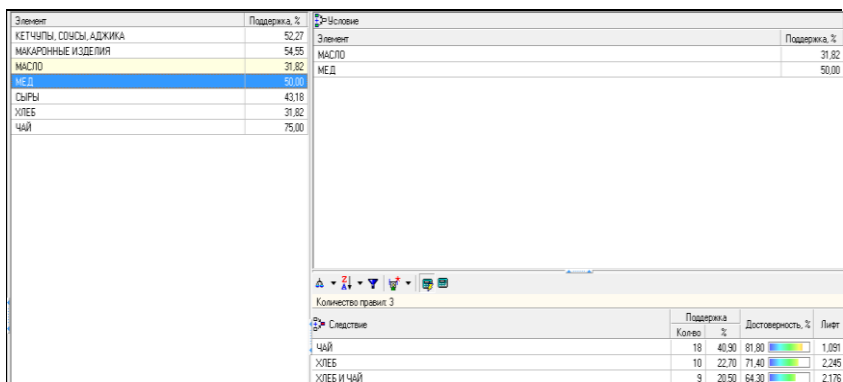


Рисунок 4

Как было сказано, задача поиска ассоциативных правил впервые была представлена для анализа рыночной корзины. Результаты анализа можно применить и для сегментации покупателей по поведению при покупках, для анализа предпочтений клиентов, кросс-маркетинге. Также анализ потребительской корзины позволяет находить самые ходовые сочетания товаров и предлагать именно те продукты, которые вызовут наибольший интерес, правильно разместить товары на полках, организовать системы скидок. Предлагаемый набор визуализаторов позволяет эксперту найти интересные, необычные закономерности, понять, почему так происходит и применить их на практике.

В данном примере найденные правила можно использовать для сегментации клиентов на два сегмента: клиенты, покупающие

макаронные изделия и соусы к ним и клиенты, покупающие все к чаю. В разрезе анализа предпочтений можно узнать, что наибольшей популярностью в данном магазине пользуются чай, мед, макаронные изделия, кетчупы, соусы и аджика. В разрезе размещения товаров в супермаркете можно применить результаты предыдущих двух анализов – располагать чай рядом с медом, а кетчупы, соусы и аджику рядом с макаронными изделиями и т.д.

Результаты проведенных исследований использованы торговой сетью «Экстра» для обеспечения маркетинговой деятельности

*Архангельская Е.Л. , студ., рук. Н.Н. Елизарова к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ**

Полезность вещи делает ее потребительной стоимостью. В условиях товарного производства потребительная стоимость является носителем экономических отношений людей. Поэтому качество – это экономическая категория, обуславливающая взаимоотношения между производителями и потребителями продукции.

Понятие «качества» определяет степень полезности вещи. В общем случае под качеством продукции понимается совокупность свойств, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Качество продукции следует рассматривать как важнейшую потребительскую характеристику, включающую не только естественно-технические, но и общественные ее свойства. Если первые указывают на абсолютную применимость продукции с точки зрения удовлетворения определенной потребности, то вторые – показывают область общественных взаимоотношений. Связанных с производством и потреблением продукции. Последнее обстоятельство позволяет соизмерять затраты производителей и потребителей, обусловленные качеством продукции.

Определение качества энергоснабжения можно проводить по 3 направлениям:

- Разработка и совершенствование показателей и нормативов качества энергоснабжения.



- Разработка и совершенствование методики определения экономического ущерба при нарушении качества теплоснабжения.
- Разработка комплексных мер, направленных на повышение качества теплоснабжения.

Все эти направления содержат как технические, так и экономические вопросы, из которых наиболее важными являются:

1. Определение показателей и нормативов качества теплоснабжения
2. Разработка методики определения ущерба от понижения качества энергоснабжения различных потребителей
3. Исследование зависимостей между качеством энергоснабжения и эффективностью функционирования всей системы ТЭК от производства до потребления энергии
4. Управление качеством энергоснабжения, включающее такие аспекты, как вопросы рациональной организации, планирования, мотивации, контроля и др.
5. Разработка и внедрение системы мер, обеспечивающих качества энергоснабжения потребителей.

В ходе работы был составлен комплексный алгоритм оценки качества предоставляемой тепловой энергии, который можно представить в следующем виде:

- 1) Осуществляется кластеризация потребителей по 4 параметрам:
  - *тип потребителей*: 1 – государственная контора, офисы, рабочие места; 2 – частный сектор, частное жилье; 3 – ТСЖ, ЖКХ, частный потребитель; 4 – нежилое помещение);
  - *объем помещения*;
  - *количество человек проживающих/работающих*;
  - *нормативная температура в данном помещении*.
- 2) Осуществляется проверка данных, фильтрация, заполнение пропусков, нахождение ошибочных данных
- 3) Осуществляется расчет показаний, оценивающих качество обеспечения ТЭ по группам
- 4) Принятие решений по улучшению качества теплового обеспечения потребителей и уменьшению количества аварийных ситуаций.

Рассмотрим пример работы алгоритма.

Таблица первоначальных данных.

Наименование потребителя	V,м³	T,°C	Чел	Категория
Управление ФСКН России по ЧР - Чувашии	23154	18	359	АДМ.ЗДАНИЕ
ТСЖ "Уютный дом"	399	20	146	УЧРЕЖДЕНИЕ
ТСЖ "Южная - 18"	7466	22	210	ЖИЛЬЕ
ТСЖ "Комфорт"	5006	22	190	ЖИЛЬЕ
МУП "УК в ЖКХ г. Новочебоксарск"	9216	22	200	ЖИЛЬЕ
ул. Винокурова, 26А	231	5	0	НЕЖИЛ ПОМ
ул. Солнечная, 40	371	-	5	ЧАСТН ДОМ

На рис.1 представлена карта Кохонена, с помощью которой осуществилось разбиение всего множества потребителей на 4 кластера (класса). 1 класс – гос. организации, офисы, рабочие места. Температура на рабочих местах не превышает 18-19 С, 2 класс – частные дома, которые отапливаются совершенно по другой системе, но учитывать их необходимо, 3 класс – многоэтажные дома (ТСЖ, ЖКХ, кооперативы), температура >20, 4 класс – нежилые помещения.



Из представленной карты видно, что частный сектор по размерам почти равен количеству нежилых помещений и является достаточно значительным. Но пока данные 2 класса не будем учитывать.

Рассмотрим оставшиеся 2 класса: 1) государственная контора, офисы, рабочие места, 3) многоэтажные дома, ТСЖ, ЖКХ, частный

потребитель.

Рис1. Разбиение на кластеры

В случае нарушения качества теплоснабжения, например температуры, расхода или давления теплоносителя, эквивалентно изменяется количество энергии, поступающей в систему теплоснабжения потребителей. Вследствие этого изменяется температура внутреннего воздуха, т.е. нарушается микроклимат в помещениях зданий, который и является конечным критерием эффективности функционирования системы теплоснабжения.

Следовательно, мерой отклонения показателей, характеризующих изменение параметров качества теплоснабжения, может служить коэффициент:

$$k_k = \frac{\Delta Q}{Q_p} = \frac{Q_p - Q_\phi}{Q_p},$$

где,  $\Delta Q$  – недоотпуск или перерасход тепла вследствие нарушения качества теплоснабжения,  $Q_p, Q_\phi$  – расчетный и фактический отпуск тепла при технологических отказах в системе теплоснабжения и нарушениях качества теплоснабжения потребителей.

Выявим цепочку формул, с помощью которых будет оцениваться качество теплоснабжения.

1) Соотношение действительного и требуемого потребления тепловой энергии

$$\gamma = \frac{Q_d}{Q_p} = \frac{t_{вд} - t_{нд}}{t_{вр} - t_{нр}}$$

2) Из данной формулы следует, что температура воды в подающей магистрали по диспетчерскому графику теплоотпуска должна соответствовать температуре наружного воздуха:

$$t_{нс} = t_{вд} - \gamma(t_{вр} - t_{нр}),$$

где  $t_{вр}$  и  $t_{вд}$  температура воздуха в помещениях расчетная и действительно достижимая,

$t_{нр}$  и  $t_{нд}$  - температура наружного воздуха, расчетного и соответствующего диспетчерскому графику после введения ограничений.

3) Получается коэффициент недотопа потребителей:

$$k_n = (1 - \gamma) * 100\%$$

4) В результате недотопа потребителей температура внутреннего воздуха в помещении (квартире) будет снижаться на:

$$t_{вд} = t_{нр} + (t_{вр} - t_{нр}) * \frac{t_{1д} - t_{нр}}{t_{1р} - t_{нр}},$$

где  $t_{1д}$  и  $t_{1р}$  – температура теплоносителя на подающей магистрали соответствующая расчетному и диспетчерскому графику отпуска тепла.

Предположим ситуация такая: средняя температура наружного воздуха в феврале - 4,8 С, а заданная диспетчером для квартальных в соответствии с выделенным лимитом газа на  $t_{нд} = -0,53$  С.

Значит для 1 группы коэффициент недотопа будет:

$$K_n = (1 - (18 - (-0,53)) / (18 - (-4,8))) * 100 = 18,5\%$$

Для 3 группы:

$$K_n = (1 - (22 - (-0,53)) / (22 - (-4,8))) * 100 = 16\%$$

Экономические последствия недотопа для 3 класса:

- Прямые затраты на оборудование и электроэнергию для обогрева
- Затраты на возмещение ущерба здоровью
- Последствия после использования газа в качестве обогрева
- Ущерб от пожаров в связи с необходимостью дополнительного обогрева за счет др источников
- Рост кварт платы вследствие ускоренного износа зданий

Экономические последствия недотопа для 1 класса:

- Потери, связанные с недовыпуском продукции и снижением качества, браком
- Прямые затраты на возмещение недоотпуска тепла за счет использования электроэнергии
- Косвенные ущербы от роста заболеваемости работников

Из этого видно, что необходим контроль качества предоставляемой тепловой энергии и не раз в месяц, а с периодичностью в неделю. Для успешной корректировки температуры теплоносителя, величины давления. А так же проверки тепломатриалей на утепление и изоляцию.

*Т.С. Малыгина, студ., рук. Н.Н. Елизарова к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ СКЛАДА НА ОСНОВЕ ABC-XYZ АНАЛИЗА**

При поступлении товара на склад необходимо принять решение о его размещении. В первую очередь, размещение товаров на хранение необходимо производить таким образом, чтобы при последующих технологических операциях количество перемещений складских служащих было минимальным. С этой целью производится деление всех товарных позиций на 3 группы, после чего для их хранения выделяют «горячие», «средние» и «холодные зоны. Для того чтобы произвести оптимальное деление всей номенклатуры, необходимо

воспользоваться методикой ABC XYZ анализа. В данном случае, применительно к технологическому процессу, основным критерием деления товарных позиций на группы будет выступать количество подходов/перемещений складского персонала при выполнении технологических операций, в частности при процедуре комплектации заказов.

Для проведения ABC XYZ необходимо подготовить статистические данные о продажах за предыдущий период времени. Для примера возьмем период продаж за последние 3 месяца. Информация должна содержать номенклатурный перечень (наименования товарных позиций), выручку по отгрузке для каждой единицы и количество отгруженных единиц. После сбора этой информации производится деление всего товарного потока на 3 группы. В данной работе деления производилось в классических пропорциях группа А – 20%, В – 30%,С – 50%. Критерием деления ABC-анализа является выручка по каждой отгруженной единице за отчетный период. Пример деления товарных позиций рис.1.

Таким образом, в группу А вошли 20% товарных позиций выручка по отгрузке у которых оказалась наиболее высокой, в группу В – товары, выручка по отгрузке от которых была чуть меньше, и в группу С – 50% товарных позиций, которые принесли гораздо меньше выручки, чем товары первой или второй группы, а некоторые из них даже ушли в минус.

Например, как мы видим на рисунке 1 товарная позиция «1,0 л(09) PR "Я" Сок ананасовый с мяк.» вошла в группу А, выручка при отгрузке у этого товара 171576,35, что позволяет ему оказаться в этой группе. Тем временем как товар «150гр. Чипсы ЛЕЙЗ МАКС Дисплей Сметан/Сыр/\*18 пак» с выручкой 170938,77 уже не попадает в эту группу, а относится к группе В.

64	1,0 л(06) PR "Я Нектар персик с мяк.	180 325,69	197 852,69	17 527,00	9,720	A
65	0,9 л. ЭЛОПАК(02) "Тонус" Сок яблочный с	166 491,32	190 165,77	23 674,45	14,220	A
66	0,9 л. ЭЛОПАК(06) "Тонус" Нектар см цитрус. Фрукт.	166 898,54	188 855,32	21 956,78	13,156	A
67	0,6л пзб ЛИПТОН гор.розл. Лимон (12 шт)	151 201,55	187 238,77	36 037,22	23,834	A
68	80г Чипсы ЛЕЙЗ Малосоленный огурец Укроп/18	153 640,44	182 087,46	28 447,02	18,515	A
69	0,9 л. ЭЛОПАК(03) "Тонус" яблочно-виноградный	160 833,98	181 898,29	21 064,31	13,097	A
70	1,0 л(08) PR "Я" Сок томатный с мяк.	160 910,21	181 891,07	20 980,86	13,039	A
71	0,5 л(07) SLIM"Фр.сад" Нектар ананас с сах.	158 982,02	178 634,28	19 652,26	12,361	A
72	26г Чипсы ЛЕЙЗ МАКС Лента Сметана/лук/48 пак	144 202,07	172 032,39	27 830,32	19,300	A
73	1,0 л(09) PR "Я" Сок ананасовый с мяк.	149 564,39	171 576,35	22 011,96	14,717	A
74	1,93л(10) TWIST"Фр.сад" Нектар абрик.яб.с мяк.сах.	151 900,95	171 447,33	19 546,38	12,868	A
75	150гр.Чипсы ЛЕЙЗ МАКС Дисплей Сметан/Сыр/18 пак	143 252,72	170 938,77	27 686,05	19,327	B
76	26г Чипсы ЛЕЙЗ Лента Сметана/зелень/48 пак	143 497,05	170 865,09	27 368,04	19,072	B
77	1,25л пзб 7-АП (12 шт)	133 131,26	166 445,03	33 313,77	25,023	B
78	0,6л пзб 7-АП КАНВАС(12 шт)	132 052,18	164 879,87	32 827,69	24,860	B
79	Чипсы ЧИТОС 85г Сметана/Лук Спираль /16 пак	135 392,86	161 920,17	26 527,31	19,593	B
80	26г Чипсы ЛЕЙЗ Лента Лук /48 пак	133 817,78	159 347,61	25 529,83	19,078	B
81	Чипсы ЧИТОС 55г Дисплей Кetchup/24 пак	131 799,14	157 535,93	25 736,79	19,527	B
82	0,6л АКВА МИНЕРАЛЕ АКТИВ Лимон Негаз(12 шт)	123 942,11	156 080,33	32 138,22	25,930	B

Рисунок 1. Пример деления товарных позиций на группы с помощью ABC-анализа

На первый взгляд, можно сделать вывод о том, что наибольшее количество подходов/ передвижений будет осуществляться к позициям группы А, возможно так оно и есть, однако, чтобы доказать или опровергнуть это, нам необходимо учесть еще и такой критерий, как количество отгружаемой продукции. Так как, несмотря на то, что выручка по отгрузке на определенную позицию была высока, она могла быть столь высокой только из за стоимости продукта, количество отгруженных коробок, а, следовательно, и количество подходов к месту хранения этого товара могло быть гораздо меньше. Рассмотрим методику проведения XYZ-анализа, критерием деления в котором, будет количество отгруженных единиц. Пропорциональное деление аналогично делению при проведении ABC-анализа, т.е. 20/30/50. Пример деления товарных позиций по XYZ-анализу см. рисунок 2.

Для проведения XYZ анализа критерием был количество отгруженных единиц, так мы видим, что, например, товарная единица «1,0 л(09) PR "Я" Сок ананасовый с мяк.» при проведении ABC-анализа находился в группе А, а вот уже при учете количества разгруженных единиц он не является столь «популярным» и относится к группе Y.

Для того, чтобы решить конечную задачу о размещении товаров в «горячую, «среднюю» или «холодную» зоны, необходимо составить матрицу результатов ABC XYZ анализов см. рисунок 3.

66	80г Чипсы ЛЕЙЗ Малосольный огурец Укроп#18 пак	153640,44	182087,46	28447,02	1024,27	X
69	26г Чипсы ЛЕЙЗ МАКС Лента Сметаналу#48 пак	160833,98	181898,29	21064,31	893,52	X
70	1,0 л(09) PR "Я" Сок ананасовый с мяк.	160910,21	181891,07	20980,86	643,64	Y
71	1,0 л(08) PR "Я" Сок томатный с мяк.	158982,02	178634,28	19652,26	676,52	X
72	0,9 л. ЭЛОПАК(03) "Тонус" яблочно-виноградный осв.	144202,07	172032,39	27830,32	613,63	Y
73	0,5 л(07) SLIM"Фр.сад" Нектар ананас с сах.	149564,39	171576,35	22011,96	427,33	Y
74	1,93л(10) TWIST"Фр.сад" Нектар абрик.яб.с мяк.сах.	151900,95	171447,33	19546,38	562,60	Y
75	150гр.Чипсы ЛЕЙЗ МАКС Дисплей Сметан/Сыр#18 пак	143252,72	170938,77	27686,05	622,84	Y
76	26г Чипсы ЛЕЙЗ Лента Сметана/зелень#48 пак	143497,05	170865,09	27368,04	797,21	X
77	1,25л пзб 7-АП (12 шт)	133131,26	166445,03	33313,77	566,52	Y
78	0,6л пзб 7-АП КАНВАС(12 шт)	132052,18	164879,87	32827,69	660,26	X
79	Чипсы ЧИТОС 85г Сметаналу Спирали #16 пак	135392,86	161920,17	26527,31	676,96	X
80	0,6л АКВА МИНЕРАЛЕ АКТИВ Лимон Негаз(12 шт)	133817,78	159347,61	25529,83	669,09	X
81	0,9 л. ЭЛОПАК(07) "Тонус" Нектар мультиов.с мяк.	131799,14	157535,93	25736,79	659,00	Y
82	1,45 л (03)"Фруктовый Сад"нектар апель РЕГУЛЯР	123942,11	156080,33	32138,22	826,28	X
83	26г Чипсы ЛЕЙЗ Лента Лук #48 пак	133942,22	155073,12	21130,90	582,36	Y
84	Чипсы ЧИТОС 55г Дисплей Кетчуп#24 пак	135856,37	154779,48	18923,11	734,36	X
85	80г Чипсы ЛЕЙЗ Дисплей Сметана и Зелень #24 пак	132002,47	153962,14	21959,67	528,01	Y
86	0,2 л(03) "Фр.сад" Нектар апельс.с сах.	134205,41	151523,16	17317,75	639,07	Y
87	0,2 л(08) "Фр.сад" Нектар ябл.-виногр.осветл.	127764,08	146412,81	18648,73	690,62	X
88	0,5л.ж/б АДРЕНАЛИН РАШ Нейчер(бут)	117102,91	145635,69	28532,78	377,75	Y
89	150гр.Чипсы ЛЕЙЗ Дисплей Бекон#18 пак	122164,29	143455,12	21290,83	581,73	Y

Рисунок 2. Пример деления товарных позиций на группы с помощью XYZ-анализа

66	0,9 л. ЭЛОПАК(08) "Тонус" Нектар см цитрус. фрукт.	166898,54	188855,32	927,21	A	X
67	0,6л пзб ЛИПТОН гор.розл. Лимон (12 шт)	151201,55	187238,77	840,01	A	X
68	80г Чипсы ЛЕЙЗ Малосольный огурец Укроп#18 пак	153640,44	182087,46	1024,27	A	X
69	0,9 л. ЭЛОПАК(03) "Тонус" яблочно-виноградный осв.	160833,98	181898,29	893,52	A	X
70	1,0 л(09) PR "Я" Сок томатный с мяк.	160910,21	181891,07	643,64	A	Y
71	0,5 л(07) SLIM"Фр.сад" Нектар ананас с сах.	158982,02	178634,28	676,52	A	X
72	26г Чипсы ЛЕЙЗ МАКС Лента Сметаналу#48 пак	144202,07	172032,39	613,63	A	Y
73	1,0 л(09) PR "Я" Сок ананасовый с мяк.	149564,39	171576,35	427,33	A	Y
74	1,93л(10) TWIST"Фр.сад" Нектар абрик.яб.с мяк.сах.	151900,95	171447,33	562,60	A	Y
75	150гр.Чипсы ЛЕЙЗ МАКС Дисплей Сметан/Сыр#18 пак	143252,72	170938,77	622,84	B	Y
76	26г Чипсы ЛЕЙЗ Лента Сметана/зелень#48 пак	143497,05	170865,09	797,21	B	X
77	1,25л пзб 7-АП (12 шт)	133131,26	166445,03	566,52	B	Y
78	0,6л пзб 7-АП КАНВАС(12 шт)	132052,18	164879,87	660,26	B	X
79	Чипсы ЧИТОС 85г Сметаналу Спирали #16 пак	135392,86	161920,17	676,96	B	X
80	26г Чипсы ЛЕЙЗ Лента Лук #48 пак	133817,78	159347,61	669,09	B	X
81	Чипсы ЧИТОС 55г Дисплей Кетчуп#24 пак	131799,14	157535,93	659,00	B	Y
82	0,6л АКВА МИНЕРАЛЕ АКТИВ Лимон Негаз(12 шт)	123942,11	156080,33	826,28	B	X
83	1,45 л (03)"Фруктовый Сад"нектар апель РЕГУЛЯР	133942,22	155073,12	582,36	B	Y
84	0,9 л. ЭЛОПАК(07) "Тонус" Нектар мультиов.с мяк.	135856,37	154779,48	734,36	B	X
85	80г Чипсы ЛЕЙЗ Дисплей Сметана и Зелень #24 пак	132002,47	153962,14	528,01	B	Y

Рисунок 3. Результаты совмещения ABC XYZ анализов

Таким образом, после распределения всех позиций по соответствующим категориям можно сделать вывод, что к «горячей» зоне хранения будут отнесены позиции, находящиеся в секторах с индексами AX, AY, BX, (например товарная позиция «1,0 л(09) PR "Я" Сок ананасовый с мяк.» имеет категорию AY и должна быть помещена в «горячую» зону), к «средней» зоне хранения – позиции находящиеся в секторах AZ, BY, CX, и к «холодной» зоне хранения позиции, находящиеся в секторах BZ, CZ, CY. Разделение склада на 3 вида зоны представлено на рисунке 4.

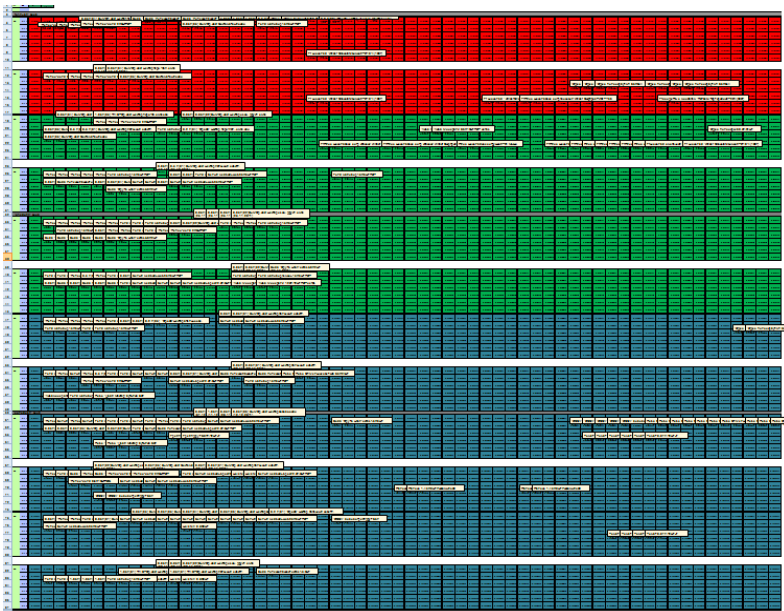


Рисунок 4. Разделение склада по зонам

«Горячая» зона, как правило, располагается ближе к зоне отгрузки, «средняя»- в зоне, следующей за «горячей», «холодная»- в зоне, следующей за «средней». Количество стеллажей, выделенных под ту или иную зону может меняться в зависимости от того сколько места занимает наиболее популярный товар в большую или меньшую сторону. Данное размещение позволяет существенно сократить время на выполнение технологических операций (размещение на хранение, комплектацию заказов).

В настоящее время производится апробация метода в ИС: Предприятие на реальных данных и внедрение при управлении складом ООО «Эдем».

#### Библиографический список

1. **Миротин Л.Б.** Логистика, технология, проектирование складов, транспортных узлов и терминалов. – Ростов н/Д: Феникс, 2009г.
2. **Дыбская В.В.** Логистика складирования. – М: Альфа-Пресс. 2009.
3. <http://www.logistics.ru>
4. <http://www.startlogistic.ru/>



*Ковалев Д.Е. , студ., Ковалева И.Б., рук. Б.А.Баллод к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАЗРАБОТКА ВИЗУАЛИЗАТОРА ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИАГНОСТИКИ**

Прогресс медицины и фармакологии сопровождается появлением множества новых диагностических средств, лечебных приёмов, лекарственных препаратов, выявлением новых форм заболеваний. Всё это привело к значительному увеличению объёма информации и усложнению процесса лечения больного.

Для быстрой оценки состояния больного, а также для определения тактики ведения пациента врач в первую очередь начинает с осмотра. Уже на пороге кабинета у опытного клинициста складывается впечатление о тяжести состояния больного, о том, в каком направлении следует вести диагностический поиск. Выражение лица больного отражают его состояние, переживание, страдание. При ряде заболеваний выражение лица является важным диагностическим признаком. Так лицо при базедовой болезни (гиперфункция щитовидной железы) отличается богатой мимикой. Глаза выпучены, блестят и выражают испуг- «застывший ужас». Лицо у больного, страдающего микседемой (снижение функции щитовидной железы), тупое, невыразительное, одутловатое, с узкими глазными щелями, с вялой мимикой и безразличным взглядом. Всем клиницистам известно «лицо Гиппократа», характерное для больных, находящихся в агональном состоянии. Оно бледное, с синюшным оттенком, с заостренными чертами лица, со страдальческим выражением. Из всех зрительных навыков у человека сильнее всего развита способность к восприятию лиц других людей и это качество с успехом используется опытными специалистами.

Одним из методов визуализации, может служить методика оценки состояния пациента, предложенная американским математиком Германом Черновым, основанная на особенностях строения лица. «Лица Чернова» - это отображение многомерных данных в виде человеческого лица, его отдельных частей. Основная идея «лиц Чернова» заключается в том, что для человека очень естественно смотреть на лица, ведь все люди делают это каждый день. Поэтому анализ данных получается «натуралистичным». Легко делать сравнения, группировать и выявлять отклонения, анализируя черты лица, его выражение. Построение лица выполняется следующим

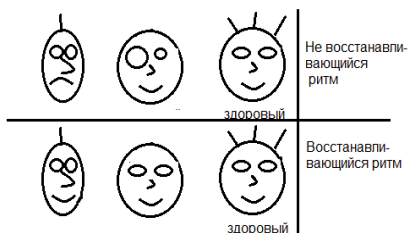
образом, для каждого наблюдения рисуется отдельное лицо. Черты лица соответствуют значениям показателей: овал лица- показатель первый, размер ушей- показатель второй, длина носа-показатель третий, форма ушей показатель четвертый, тип улыбки показатель пятый, угол наклона бровей – показатель шестой и т.д. Если к этим данным добавить асимметрию, то количество показателей удвоится. Конечно, по данному графику нельзя определить конкретные значения показателей, преследуется вовсе не эта цель, но для классификации наблюдений по группам, выявления взаимосвязей между показателями (если скажем, длина носа меняется с изменением овала лица) «лица Чернова» могут быть полезны.

Морфологическими особенностями строения лица обладают пациенты, имеющие нарушения ритма сердца. Это подтверждается при сборе анамнеза, объективными данными, данными инструментальных методов обследования. Для выявления аритмии, уточнения её характера, выбора метода лечения пациентов выполняется оценка жалоб, анамнеза, полное клиническое обследование больного: осмотр, определение границ сердца, патологической пульсации сосудов, характеристик пульса, измерение артериального давления, аускультацию тонов сердца. Всем пациентам с подозрением на нарушение ритма выполняется электрокардиография в покое и при нагрузке, суточное мониторирование ЭКГ, эхокардиограмма, оценивается вариабельность сердечного ритма. При помощи методов статистической обработки производится очистка, фильтрация, поиск наиболее значимых факторов. На следующем этапе при помощи модели, основанной на дереве решений, выносится решение относительно наличия либо отсутствия тяжёлого нарушения ритма, например, фибрилляции предсердий. Фибрилляция бывает двух видов: пароксизмальной (непостоянной) и постоянной. Кроме того, выделяют тахисистолическую, брадисистолическую и нормосистолическую форму фибрилляции предсердий. Иногда, ритм сам восстанавливается через некоторое время, иногда необходимо медикаментозное вмешательство и своевременная электрокардиостимуляция. Также для определения тактики ведения пациента необходимо при осмотре дать объективную и субъективную оценку общему состоянию. При выборе метода лечения учитывается длительность заболевания, сопутствующая патология, органические изменения миокарда, наличие или отсутствие нарушений регуляции сердечного ритма. Важными визуализируемыми показателями являются величина артериального давления и частота сердечного

ритма. Возьмём, гипотетически, несколько показателей и используем визуальную оценку тактики ведения больного с фибрилляцией предсердий.

Для каждого существующего показателя, необходимо выбрать способ его отражения в лице Чернова. Наличие фибрилляции будет представлено шириной лица, узкое- есть, широкое- нет. Вид фибрилляции будет представлен ртом. Ритм сердцебиения будет выражен в ширине зрачков. За общее состояние будет отвечать причёска, а за давление длина носа.

На рисунке представлены 2 группы больных в процессе лечения, первая- самовосстанавливающийся ритм сердцебиения, второй- требующий медикаментозного вмешательства. Как видно из рисунка



при помощи данного визуализатора довольно легко оценить состояние больного, даже не вникая в подробности, также можно отслеживать процесс лечения пациента и действенность методов лечения. Реализация метода выполнена с помощью

графического модуля Icon Plots/ Chernoff Faces аналитического пакета STATISTICA.

*Е.В. Махмудова, студ., рук. Елизарова Н.Н, к.т.н., доцент  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

### **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ ТОРГОВОЙ ФИРМЫ**

Основная особенность, определяющая используемые методы планирования и контроля запасов – характер спроса на эти запасы. Различают зависимый и независимый спрос. Предметы, использующиеся зависимым спросом, как правило, представляют собой подузлы и комплектующие, использующиеся в производстве конечного продукта.

Предметы с независимым спросом - это, чаще всего, готовые изделия, конечная продукция. Обычно готовый продукт продают (или отгружают) заказчику - в производстве какого-либо другого изделия она не участвует. В этом случае, как правило, невозможно точно определить потребность в товаре на какой-либо период времени, так как в спросе обычно присутствует элемент случайности.

Таким образом, при независимом спросе большую роль в управлении запасами играет прогнозирование, в то время как для зависимого спроса потребность в запасах определяется, исходя из производственного плана.

Управление запасами состоит в поиске такой стратегии, при которой функция затрат принимает минимальное значение:

Обозначим функции:  $A(t)$  – функция пополнения запасов;

$V(t)$  – функция спроса на запасаемый продукт;

$R(t)$  – расход запасаемого продукта;

Где  $t$  изменяется от нуля до времени пополнения запаса  $t'$

В моделях управления запасами обычно используются производные этих функций по времени  $a(t)$ ,  $b(t)$  и  $r(t)$ , называемые соответственно интенсивностями пополнения, расхода и спроса. Если эти три функции неслучайны, то модель детерминированная. Если хотя бы одна из функций случайна, то модель стохастическая. Детерминированная модель при неизменных во времени параметрах является статической, иначе – динамической. Стохастические модели используются при принятии разовых решений.

Уровень запаса в момент времени  $t$  определяется основным уравнением запасов:

$$J(t) = J_0 + A(t) - V(t),$$

где  $J_0$  – начальный запас в момент времени  $t_0$ .

Теория управления запасами объединяет в себе методы анализа запасов некоторого продукта при независимом спросе на этот продукт. Совокупность правил, по которым принимаются такие решения, называется стратегией (системой) управления запасами.

Любая стратегия регулирования запасов призвана отвечать на два основных вопроса: когда заказывать очередную партию продукции, и сколько товара заказать?

Выделяют две основные стратегии регулирования запасов:

*1) Модель с фиксированным размером заказа и уровень обслуживания*

При использовании такой стратегии уровень запаса отслеживается непрерывно. Опасность исчерпания запаса возникает здесь только в течение времени выполнения заказа (в течение заготовительного периода).

В течение периода  $\theta$  (рис.1) возможны колебания спроса  $Z(t)$ . Диапазон изменения потребностей вычисляется либо на основе анализа ретроспективных данных, либо на основе некоторой

предположительной оценки (если данные за прошедшие периоды невозможно получить).

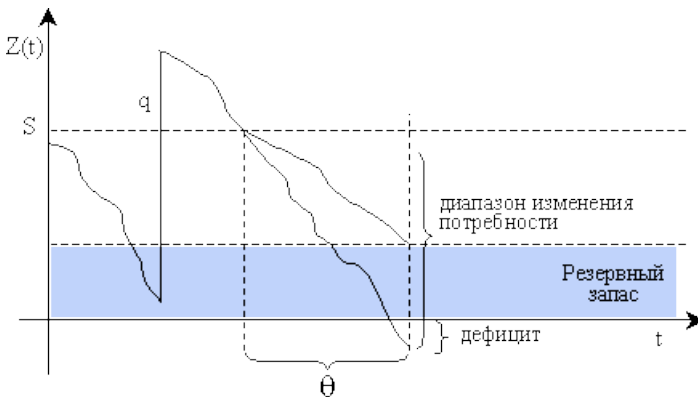


Рисунок 1 – Диапазон отклонений потребности в модели с фиксированным размером заказа

Величина резервного запаса зависит от требуемого уровня обслуживания. Объем партии заказа  $q$  вычисляется обычным способом [1]. Затем устанавливается "точка заказа", которая учитывает ожидаемую потребность в течение заготовительного периода, плюс резервный запас, определяемый требуемым уровнем обслуживания.

"Точка заказа" вычисляется следующим образом:

$$S = \bar{\lambda} \bar{\theta} + z \sigma_{\lambda \theta} \quad (1.1)$$

где  $\bar{\lambda}$  - средняя интенсивность спроса;

$\bar{\theta}$  - средняя продолжительность заготовительного периода;

$z$  - число стандартных отклонений спроса в резервном запасе для заданного уровня обслуживания;

$\sigma_{\lambda \theta}$  - стандартное отклонение спроса в течение заготовительного периода.

В формуле (1.1) слагаемое  $\bar{\lambda} \bar{\theta}$  определяет ожидаемый спрос в течение заготовительного периода, а слагаемое  $z \sigma_{\lambda \theta}$  представляет собой величину резервного запаса.

Остановимся на определении величин  $z$  и  $\sigma_{\lambda \theta}$ .

Значение  $\sigma_{\lambda \theta}$  определяется в зависимости от условий задачи. Будем рассматривать три случая.

1. Если изменяется только спрос, а продолжительность заготовительного периода – величина постоянная, то:

$$\sigma_{\lambda\theta} = \sqrt{\theta} \cdot \sigma_{\lambda} \quad (1.2)$$

где  $\delta_{\lambda}$  - стандартное отклонение спроса в единицу времени.

2. Если изменяется только заготовительный период, а спрос остается постоянным, то:

$$\sigma_{\lambda\theta} = \lambda \cdot \sigma_{\theta} \quad (1.3)$$

где  $\delta_{\theta}$  - стандартное отклонение продолжительности заготовительного периода.

3. Если изменяются и спрос, и заготовительный период, то:

$$\sigma_{\lambda\theta} = \sqrt{\theta \cdot \sigma_{\lambda}^2 + \lambda^2 \cdot \sigma_{\theta}^2}. \quad (1.4)$$

Перейдем к определению  $z$ . Для этого вычисляется  $E(z)$  - дефицит изделий, который удовлетворяет заданному уровню обслуживания, а затем по таблице Брауна [2] находится соответствующее значение  $z$ .

Для вычисления  $E(z)$  используется формула:

$$E(z) = \frac{(1-q)}{\sigma_{\lambda\theta}}, \quad (1.5)$$

где  $p$  – требуемый уровень обслуживания, в долях единицы; соответственно,

$(1 - p)$  – неудовлетворенная часть потребности;

$q$  – экономичный размер заказа (вычисляется обычным образом);

$E(z)$  – ожидаемый дефицит изделий в каждом цикле заказа, выраженный в стандартных отклонениях спроса.

2) *Модель с фиксированной периодичностью заказа и уровень обслуживания*

Модель с фиксированной периодичностью предполагает, что размеры заказов различны для разных циклов. Таким образом, размер запаса регулируется за счет изменения объема партии. Возобновление же заказа определяется временем. Следовательно, модель с фиксированной периодичностью должна иметь защиту от исчерпания запасов (резервный запас) не только на время исполнения заказа, но и на весь последующий цикла заказа (см. рис.2). Таким образом, модель с фиксированной периодичностью больше нуждается в резервном запасе, чем модель с фиксированным размером партии.

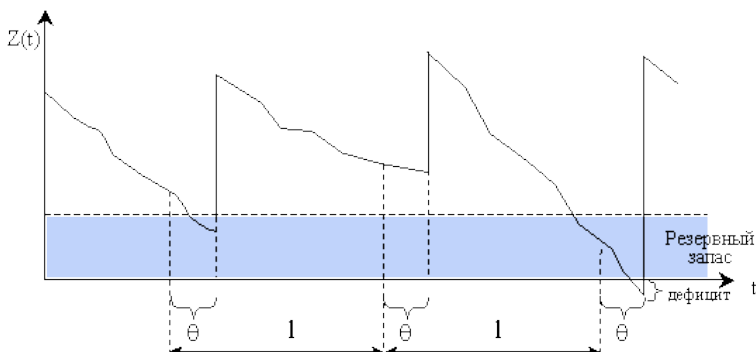


Рисунок 2 – Вероятностная модель с фиксированной периодичностью заказа

Рассмотрим ситуацию с переменным спросом и постоянной продолжительностью заготовительного периода. Ситуация наиболее частая с точки зрения практики, а также наиболее простая для изучения.

Объем заказа в такой модели будет определяться по следующей схеме:

$$\text{Объем заказа} = \begin{array}{l} \text{Ожидаемый спрос в} \\ \text{течение цикла заказа и} \\ \text{заготовительного} \\ \text{периода} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Резервный} \\ \text{запас} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Наличный запас} \\ \text{в момент подачи} \\ \text{заявки.} \end{array}$$

Соотношение, представленное на схеме, запишем в виде формулы:

$$q = \lambda(l + \theta) + z\sigma_{1+\theta} - z, \quad (1.6)$$

где  $q$  - размер очередного заказа;

$\lambda$  - средняя интенсивность спроса;

$l$  - промежуток времени между подачей заявок;

$\theta$  - продолжительность заготовительного периода;

$z$  - число стандартных отклонений спроса в резервном запасе для заданного уровня обслуживания;

$\sigma_{1+\theta}$  - стандартное отклонение спроса в течение цикла заказа и заготовительного периода;

$z$  - текущий уровень запаса.

При этом:

$$\sigma_{1+\theta} = \sigma_{\lambda} \sqrt{1 + \theta}, \quad (1.7)$$

где  $\sigma_{\lambda}$  - стандартное отклонение спроса в единицу времени.

Величину  $z$  можно получить так же из таблицы Брауна по  $E(z)$ , которое для данного случая определяется по формуле:

$$E(z) = \frac{\bar{\lambda} \cdot l(1-q)}{\sigma_{1+\theta}}. \quad (1.8)$$

Подведем итоги:

*Системы с непрерывной проверкой фактического уровня запасов* применяются, если:

- большие потери от отсутствия запасов;
- большие затраты на содержание запасов;
- высокая степень неопределенности спроса (т.е. спрос на товар плохо прогнозируется).

К *недостаткам* можно отнести необходимость постоянного контроля размера запасов.

Основным условием для *применения систем с периодической проверкой состояния запасов* являются:

- низкие затраты по содержанию запаса,
- хорошая предсказуемость спроса.

К *преимуществам* системы относят отсутствие необходимости в постоянном контроле наличия запасов на складе. К *недостаткам* – сравнительно высокий уровень среднего запаса.

#### **Библиографический список**

1. Методы и алгоритмы принятия решений в экономике: учеб. пособие/ Б.А. Баллод, Н.Н. Елизарова. – М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2009.
2. Портал Управления запасами - <http://upravlenie-zapasami.ru>.  
Оптимальный период между поставками: Статья/ Валерий Разгуляев.
2. Управление запасами в логистике: Статья/ Валерий Филимонов, 2011.
3. Управление запасами/ Г. Л. Бродецкий, 2007.

*К.О. Зайцева, студ., рук. Т.В. Гвоздева, ст.пр., (ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОРТАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ДОУ**

Современные условия функционирования организаций характеризуются высокой динамичностью и неопределенностью внешней среды, что обусловлено рядом факторов, в числе которых следует выделить достижения в области информационных технологий. Их развитие приводит к глобализации рынка, а, следовательно, обострению конкуренции. С целью получения устойчивых конкурентных преимуществ компании вынуждены применять новые формы организации своего бизнеса, основанные на сетезации и кооперации партнеров с целью установления целесообразных



отношений и получения синергетического эффекта от их взаимодействия.

Таким образом, первым этапом взаимодействия является согласование целей участников взаимодействия (установления сотрудничества). Эту задачу можно формализовать с помощью математического аппарата теории кооперативных игр.

Классическая кооперативная игра имеет вид  $G = (N, v)$ , где  $N = \{1, \dots, n\}$  - множество участников взаимодействия,  $v: 2^N \rightarrow \mathbb{R}$  — характеристическая функция. Значение  $v(S)$  интерпретируется как максимальная полезность (синергетический эффект  $S^q$ ), достижимая для множества участников кооперации  $S$ . Очевидно, что общий эффект от объединения  $S^q$  должен некоторым образом распределяться между организациями, в противном случае, они будут стремиться к автономии:

$$S^q = \sum_{i=1}^n S_i^q,$$

где  $S_i^q > 0$  — эффект от объединения для  $i$ -го предприятия.

Исход кооперативной игры, реализующий некоторый принцип "справедливого" распределения полезности, называется решением. Решение понимается как договор между партнерами о таком распределении  $S^q$ , чтобы эффект каждого  $S_i^q$  был не меньше эффекта, который он может получить самостоятельно.

$$S^q = E^S - \sum_{i=1}^n E_i \text{ при } \sum_{i=1}^n E_i \leq E^S, i = \overline{1, n},$$

где  $E_i$  - эффект функционирования  $i$ -ой организации, входящей в сеть состоящую из  $n$  - ого количества предприятий, а  $E^S$  - эффект от их совместной деятельности.

При этом, чем больше синергический эффект  $S^q$ , тем устойчивее сетевая (кооперативная) структура.

Понятие решения связано с идеей устойчивости – отсутствием у партнеров мотивов или возможностей нарушить соглашение. Поэтому допускается перераспределение полезности между партнерами за счет платежей (штрафов).

Процесс согласования целей и распределения эффектов участников взаимодействия можно реализовать посредством многократного последовательного принятия решений. Для этого на первом этапе

необходимо сформировать общую модель проблемной ситуации, которую можно представить следующим набором ограничений:

$$M_{W_s,p} = \langle So, T, R, Q_R, P, Q_P \rangle,$$

где:  $So$  – проблемная ситуация (начальное состояние);  $T$  – время для решения проблемы;  $R$  – необходимые для решения проблемы ресурсы, определяемые качеством  $Q_R$ ;  $P$  – ожидаемый результат предполагаемого качества  $Q_P$ .

На втором этапе необходимо сформировать общую модель решения проблемы, которую в общем виде можно представить следующим образом:

$$M_{Porg} = \langle M_{W_s,p}, S, F, C \rangle,$$

где:  $M_{W_s,p}$  – модель проблемы,  $S$  – участники решения проблемы,  $F_s,p$  – функция позволяющая решить проблему,  $C$  – цена ответственности за решение/ не решение проблемы (штрафы).

Переход компаний к новому типу взаимоотношений детерминирует необходимость разработки механизма управления сотрудничеством, направленного на координацию деятельности всех взаимодействующих компаний. Одним из вариантов решения этой проблемы является создание проектной формы организации управления. Это позволяет рассматривать процесс решения общей проблемы, как проект. В соответствии с международным стандартом РМВОК и классическими функциями управления можно выделить следующие этапы реализации проекта: планирование, организация, распорядительство, контроль, координация и завершение проекта. Комплексный характер управления проектами порождает цепочки обратной связи для дополнительного анализа. По мере поступления и осмысления большего объема информации или характеристик проекта может возникнуть необходимость вновь вернуться к одному или нескольким процессам планирования, а, возможно, и к процессам организации.

Таким образом, процесс взаимодействия партнеров можно представить в виде следующего алгоритма, состоящего из двух подсистем: подсистемы согласования условий сотрудничества и подсистемы управления проектом:

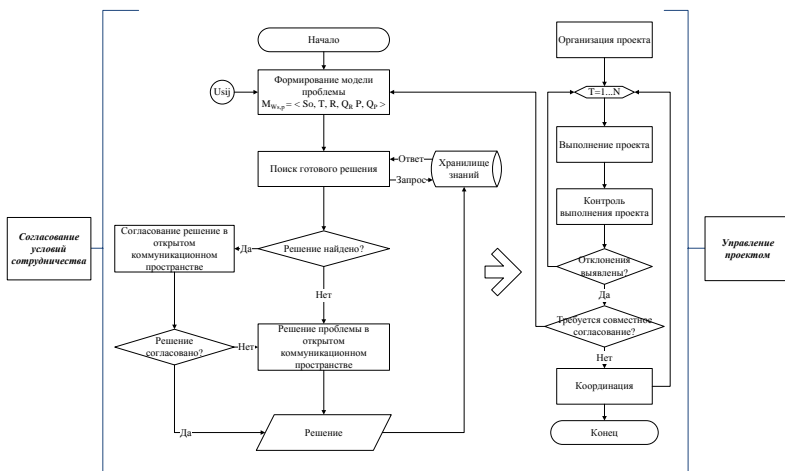


Рисунок 9. Алгоритм процесса взаимодействия партнеров

Переход к таким новым организационным концепциям требует совершенствования системы ДОУ, поскольку она обеспечивает целостную и своевременную информационную поддержку принятия управленческих решений в процессе решения как внешних, так и внутренних проблем. Проектный способ решения задач определяет соответствие структуры документной системы проблемной классификации предприятия. При этом представляется логичным рассматривать документальные комплексы по стадиям управления проектами. Таким образом, можно будет оперативно найти документ в системе, исходя из принятой в компании структуры хранения проектной документации. В результате формируется целостная система, где каждый документ соответствует определенному процессу в организации в соответствии с уровнем иерархии процессов, а также прослеживаются все взаимосвязи документов. Сочетание функциональной и проблемной иерархии с возможностью свободной генерации совокупности документов на основе задания фасетных формул способствует повышению эффективности работы с документами при принятии управленческих решений. Поскольку система документационного обеспечения является открытой, то хранилище может пополняться, модернизироваться путём поступления новых знаний.

Создание единого информационного пространства коллективного принятия решений ложится в основу построения системы ДОУ,

отвечающей принципам открытости, доступности и гибкости. Это способствует повышению эффективности использования информационных ресурсов и преобразованию их в корпоративную систему знаний. При этом, необходимо создание единой систем индексации отвечающей потребностям, как сотрудников организации, так и ее партнерам обеспечивает централизованный доступ к необходимой информации, оперативный обмен данными и своевременное принятие организационно - управленческих решений.

Современные достижения в области построения единых информационных пространств организации, обусловили тот факт, что в качестве одного из наиболее эффективных решений выступают порталные технологии, представляющие собой инструментальную среду для реализации технологии коллективного принятия решений. Портал – это интегрированный и персонафицированный web-интерфейс для доступа пользователей к информации, приложениям и средствам сотрудничества.

Основными функциональными возможностями портала являются:

- хранение и классификация разнородной информации;
- сбор информации из различных источников;
- поддержка совместной работы и обеспечение взаимодействия людей;
- проведение релевантного полнотекстового поиска по различным информационным ресурсам;
- осуществление персонафицированной доставки информации конечным пользователям.

Развитие порталных технологий позволяет осуществлять процессы интеграции с методами и средствами ведения проектов, а также документационного обеспечения управления.

Базируясь на использовании современных информационных средств, возможность коллективного использования проблемно структурированной информации позволяет наладить эффективное сотрудничество, ускорить процесс принятия решений, получить устойчивые конкурентные преимущества и как следствие обеспечить рост прибыльности и развитие бизнеса.

#### **Библиографический список:**

**Гвоздева, Татьяна Вадимовна.** *Проблемно - ориентированное управление организационным развитием.* Saarbrücken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011.

Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМBoK®). 4-е изд.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОЕКТОВ**

Прежде чем перейти к рассмотрению предложенной темы, необходимо выяснить, что же такое проект. В различной литературе можно найти множество толкований этого в своем роде популярного термина. В контексте данной работы будем использовать следующую трактовку: **проект** - комплекс взаимосвязанных мероприятий, предназначенных для достижения поставленных целей с установленными требованиями к качеству результата в течение заданного времени и при установленном бюджете. В рамках изученной в ходе выполнения исследовательской работы предметной области, а именно, проектировании энергетических объектов, термин проект приобретает более конкретное определение. В данном случае *проект* определяется как процесс выполнения комплекса работ по проектированию энергетических объектов.

Следующий, вполне закономерный вопрос будет гласить о том, зачем собственно нужно календарное планирование. Главными задачами методов календарного планирования являются:

- 1) распределение работ по каждой задаче проекта;
- 2) упорядочение проводимых в ходе выполнения проекта работ;
- 3) определение оптимальных сроков выполнения работ.

Планирование проектной деятельности, по сути, является одной из фаз управления проектами, наряду с такими стадиями как инициализация, выполнение и контроль, а также завершение. Все эти фазы являются необходимыми для качественного осуществления проектной деятельности, а зачастую, от правильного выбора способа или метода осуществления той или иной стадии зависит успех целого предприятия. Задача представленной статьи состоит в выявлении критериев оценки методов календарного планирования, и выявлении наиболее подходящего и оптимального способа.

Итак, следует начать с выявления необходимых критериев. Прежде всего, выделим такой критерий, как  $K_1$  - *удобство использования и простота составления*. Выявление этого критерия достаточно понятно, поскольку простота метода в какой-то степени гарантирует правильность его расчета и составления сотрудниками. Однако, брать за основу выбора этот критерий достаточно опасно, поскольку простота может скрыть за собой недостаточный перечень

учитываемых при планировании факторов. В связи с этим, выявим второй критерий  $K_2$  – *метод должен включать планирование по нескольким параметрам*. Третьим критерием будем считать  $K_3$  – *соответствие метода типу производства*, поскольку выбираемая для конкретной предметной области методика планирования должна отвечать ее требованиям. И последний критерий  $K_4$  – *мобильность модели*. Под этим требованием подразумевается то, что модель должна иметь в себе возможности учета альтернативных вариантов развития событий.

После того, как выделены критерии, рассмотрим основные методы календарного планирования, и проведем оценку и выбор метода для изученной предметной области.

### **Метод 1. Ленточные графики Гантта.**

На этих графиках по горизонтальной оси откладывается время, а по вертикальной перечисляются этапы работ с указанием исполнителей и продолжительности цикла. Применение ленточных графиков не целесообразно при планировании сложных комплексов работ и наличии большого количества исполнителей, так как они связывают только отдельные этапы, требуют строгого соблюдения сроков по каждому этапу и на таких графиках нельзя выделить отстающие работы, которые оказывают решающее значение на весь комплекс работ.

### **Метод 2. Цикловые графики.**

В основе данного метода лежит построение циклового графика на основе структуры производственного цикла, с указанием состава операций и связей между ними. Строятся цикловые графики в последовательности, обратной ходу техпроцесса. При этом, сначала строят график по каждой стадии техпроцесса производства, учитывая при этом наиболее трудоемкие подзадачи и процессы. После чего цикловые графики по стадиям производства сводят в единый (общий) график. Цикл сложного процесса определяется наибольшей суммой циклов последовательно связанных между собой простых процессов и межцикловых перерывов ( $T_{\text{ци}}$ ):  $T_{\text{ст}}^{\text{ц}} = (\sum_{i=1}^m T_{\text{ци}}) + \sum T_{\text{мц}}$ , где  $m$  – количество последовательно связанных между собой процессов изготовления деталей и сборочных процессов;  $T_{\text{ци}}$  – циклы изготовления деталей или сборки изделия.

### **Метод 3. Объемно-календарные графики.**

Расчет длительности технологического цикла отдельно взятого заказа начинается с распределения трудоемкости по заказам и видам

работ. Далее производится расчет необходимого количества рабочих мест и оборудования с использованием следующих формул:

$$N_{p.m.} = \frac{T_{p.z.}}{\Phi_{эф}} - \text{количество рабочих мест ( } N_{p.m.}), \text{ где } T_{p.z.} - \text{трудовое количество работ отдельно взятого заказа, час; } \Phi_{эф} - \text{эффективный фонд времени работы оборудования в планируемом периоде, час;}$$

$T_{ц} = \frac{T_{p.z.}}{N_{p.m.} * \Phi_{эф}}$  - длительность производственного цикла ( $T_{ц}$ ).

На основании выполненных расчетов и с учетом межоперационного пролеживания производимых единиц строится график.

#### Метод 4. Сетевые графики.

Сетевое планирование и управление (СПУ) основано на изображении всего комплекса планируемых работ в виде ориентированного графика, который отражает логическую последовательность, взаимосвязь и длительность комплекса работ с

возможностью последующей оптимизацией этого графика. Основной СПУ является сетевая модель — это графическое изображение технологических связей и событий, каждое из которых выражает результат и показывает момент окончания вводимых в него одной или нескольких работ. Работа — это процесс, приводящий к получению определенного результата (совершению события). Событие — это результат выполнения одной или нескольких работ, который может являться началом другой работы.

Таблица 1. Сравнение методов календарного планирования.

	Ленточные графики Гантта	Цикловые графики	Объемно-календарные графики	Сетевые графики
<i>К<sub>1</sub> - удобство использования и простота составления</i>	0,9	0,5	0,4	0,7
<i>К<sub>2</sub> - планирование по нескольким параметрам</i>	0,1	1	1	1
<i>К<sub>3</sub> - соответствие метода типу производства</i>	0,1	0,5	0,5	1
<i>К<sub>4</sub> - мобильность модели</i>	0,1	0,2	0,2	1

Далее с помощью метода экспертных оценок проводим выбор подходящего предметной области метода. Проектирование энергетических объектов – сложный процесс, с множеством исполнителей, содержащий множество особенностей. В связи с этим выставляем оценки по каждому критерию.

*Ленточные графики Гантта.*

- К<sub>1</sub> – просты в использовании и составлении;
- К<sub>2</sub> – в большинстве случаев не отображает сущности работ и ресурсоемкости;
- К<sub>3</sub> – трудно использовать для сложных процессов с большим количеством исполнителем;
- К<sub>4</sub> – модель остаточно трудно адаптируется.

*Цикловые графики.*

- К<sub>1</sub> – трудность заключается в определении периодов прохождения одного цикла, который зависит от многих факторов ;
- К<sub>2</sub> – совмещает множество характеристик производственного цикла;
- К<sub>3</sub> - чаще используются в промышленности;
- К<sub>4</sub> – содержит строго определенную последовательность операций.

*Объемно-календарные графики.*

- К<sub>1</sub> – для составления необходимо учитывать производственный, маркетинговый и другие плановые нормативы;
- К<sub>2</sub> – учитывает множество аспектов производства;
- К<sub>3</sub> – чаще используются в промышленности;
- К<sub>4</sub> – строго операционный план, который не любит изменений.

*Сетевые графики.*

- К<sub>1</sub> – построение модели требует определенных навыков и хорошего знания процесса;
- К<sub>2</sub> – возможность оптимизации по стоимости, по количеству исполнителей, по ресурсоемкости;
- К<sub>3</sub> – метод наилучшим образом зарекомендовал себя в области выполнения различного рода проектных работ(строительство, создание ПО и т.д.);
- К<sub>4</sub> – модель сдержит альтернативные пути решения задач.

В результате анализа можно сделать вывод о том, что наиболее подходящим для использования в проектировании энергетических объектов методом планирования является метод построения сетевых графиков.



## **ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЫ ГРАЖДАНИНА**

В XXI веке информационно-коммуникационные технологии стали важнейшим фактором, который определяет развитие общества. Информатизация государственного управления, экономической и социальной сфер, общественной и индивидуальной жизни граждан является необходимой.

Создание информационного общества и конкурентоспособной высокотехнологичной национальной экономики является приоритетным направлением государственной политики Российской Федерации. Одним из таких направлений является создание электронной карты гражданина, которая станет персональным электронным ключом к современным высокотехнологичным услугам. Но далеко не все регионы нашей страны готовы к такому нововведению. В работе мы уделим внимание сложившимся условиям и проблемам введение электронной карты гражданина на территории Ивановской области.

Говоря об итогах работы управления по информатизации Ивановской области за 2011 год, стоит отметить, что были выполнены ряд мероприятий долгосрочной целевой программы по формированию условий развития информационного общества: внедрение систем электронного документооборота, электронного ЖКХ, электронного дневника. Ивановской области предстоит создание крупномасштабной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры федерального уровня, необходимой для функционирования карты, в первую очередь технологической и юридической.

Перспективными направлениями работы управления в наступившем году станет разработка сервисов для региональных и муниципальных органов власти, подключение региональной системы межведомственного электронного взаимодействия к федеральной, а также внедрение единой системы электронного документооборота.

На сегодняшний день в нашем регионе созданы две официальные системы: региональный реестр и региональный портал государственных и муниципальных функций.

В данный момент Реестр активно заполняется. Информацию в систему вносят практически все органы исполнительной власти Ивановской области и большая часть органов местного

самоуправления. Большую работу в этом направлении проводят Департамент социальной защиты населения Ивановской области, Департамент образования Ивановской области, Комитет ЗАГС, городские округа Иваново, Шуя, Кинешма. В Реестр уже введено около тысячи госуслуг и муниципальных функций.

Коснемся проблем, связанных с введением электронной карты. Во-первых, не стоит забывать о сельской местности, где доступ к электронным услугам затруднен. На всей территории Российской Федерации должен быть обеспечен равный доступ к данной технологии, что требует качественного улучшения телекоммуникационных средств связи и повсеместного внедрения конечной системы — терминалов, которые будут работать с пользователями.

Во-вторых, значителен вопрос конфиденциальности и защиты в целом. Он затрагивает всю страну в целом. Карточка будет не только служить платежным средством, но и идентифицировать личность. Помимо паспортных данных в ней будет содержаться информация о наличии водительских прав, диплома, медицинской страховки и т.д. Невольно приходится задуматься о безопасности наших личных данных. Например, размещение на карте медицинских данных пациентов. Это требует совершенно другого уровня защиты данных на карте, который не был реализован в этом проекте. Международный опыт показывает, что карта именно как идентификатор, а не карта как носитель большого количества медицинской информации, – наиболее правильный выбор. Если карта будет «собирать» на себя информацию о человеке в течение всей жизни, то стоимость носителя существенно увеличится за счет роста количества хранимой информации.

Конечно, нам обещают высокий уровень безопасности, ведь на карте будут указаны паспортные данные и размещена фотография владельца. На наш взгляд, все эти элементы относятся к «имитации безопасности» и предназначены в первую очередь для людей, далеких от понимания возможностей современных ИТ.

Мы считаем, что к настоящему времени проект технологически не реализуем в том виде, в котором он заявлен, невозможно просчитать суммарные затраты бюджета. К нему много вопросов.

Например, что делать пенсионерке, которая потеряла карту, по которой в скором времени предстоит получать лекарства или пособие? Кто будет рассматривать вопрос потери и кражи карты?

Посему, полагаем, стоит положительно отнестись к праву граждан отказаться от использования универсальной электронной карты в любое время после ее получения.

*Н.Е.Зайцева, студ.; рук.А.Ю.Журавлев, к.э.н., доцент (ИвГУ,  
г.Иваново)*

## **ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ВНЕДРЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ BPM-РЕШЕНИЙ**

На современном предприятии становится актуальным внедрение процессного подхода в управлении. В отличие от функционального – в качестве объекта управления выступает бизнес-процесс, представляющий набор задач, связанных определенной последовательностью и логикой исполнения. В результате перехода к процессному управлению в компании появляется менеджер, ответственный за результат бизнес-процесса в целом, который синхронизирует действия подразделений между собой.

Чтобы бизнес-процесс стал управляемым, необходимо обеспечить выполнение задач в соответствии с его логикой и контролировать параметры, например, время исполнения отдельных функций, стоимость процесса. Если в компании используется решение, то говорят о создании полного цикла управления бизнес-процессом, в рамках которого с учетом собранной статистики этот процесс анализируется и совершенствуется.

Вместе с активным продвижением данного подхода происходит развитие соответствующих информационных систем, позволяющих автоматизировать бизнес-процессы.

Одной из ключевых технологий совершенствования операционной деятельности большинства компаний выступает методология BPM (Business Process Management), которая направлена на повышение эффективности бизнеса.

Системы класса BPMS являются наследниками workflow-систем. В связи с активным развитием ИТ в бизнесе дальнейшее развитие произошло в сторону расширения функционала систем, мониторинга и анализа исполняемого бизнес-процесса. Workflow последовательно координирует шаблоны взаимодействия задач, а BPMS обеспечивают поддержку полного цикла процессного управления от описания процесса до контроллинга.

Основные функции ВРMS - моделирование, исполнение и мониторинг бизнес-процессов. Основываясь на данных мониторинга, организации выявляют узкие места и усовершенствуют свои бизнес-процессы. Цикл управления замыкается, когда при помощи ВРMS измененные бизнес-процессы оперативно внедряются в эксплуатацию.

Практика внедрения показывает, что применение ВРМ-систем наиболее эффективно в тех отраслях, где компании изначально имеют процессную организацию деятельности и жестко прописанную логику бизнес-процессов, а также высокую частоту изменений в существующих процессах. Например, банковский, страховой сектор, телекоммуникационные услуги, логистика.

Для таких компаний ВРМ-системы являются единственным способом автоматизации процессов, так как использование типовых ИТ-решений или собственных разработок приводит к тому, что из-за возникающих изменений в бизнесе эти решения быстро перестают удовлетворять новым требованиям.

Важно отметить, что ВРМ-система может быть применима и для автоматизации вспомогательных бизнес-процессов.

Внедрение ВРМ-систем без ориентации на бизнес-процессы как объекты управления будет сложным и малоэффективным. Если компания работает через систему регистрации и росписи документов, то для перехода к управлению бизнес-процессами и использованию ВРМ-системы необходимо сначала выделить и стандартизовать основные бизнес-процессы, а уже затем приступить к их автоматизации. Соответственно потребуются изменение полномочий и ответственности сотрудников компании.

Переход к процессному управлению должен быть постепенным и проводиться через автоматизацию небольших процедур и вспомогательных процессов с использованием ВРМ-систем.

Внедрение систем ВРМ обусловлено необходимостью обеспечения точности и прозрачности важнейших процессов управления бизнесом: бюджетирования, планирования, прогнозирования, отчетности.

ВРМ выступает в качестве ключевого фактора консолидации стратегии ведения бизнеса, операционного функционирования и применения имеющихся ВІ- решений в целях согласования финансовой и операционной отчетности, что оказывает влияние на повышение качества корпоративного управления и решает вопросы соответствия нормативным требованиям. Кроме того, внедрение ВРМ-

систем позволяет проводить анализ деятельности компании по выбранным показателям эффективности.

ВРМ становится все более популярной и массовой технологией, она получает значительную поддержку руководства компаний. Количество проектов по внедрению систем, находящихся на стадии разработки, растет. Даже небольшие компании успешно применяют эту технологию для поддержания и улучшения конкурентоспособности.

Основная помеха внедрению ВРМС в России – приверженность функциональной схеме управления, которая не дает возможности сделать полноценную автоматизацию бизнес-процессов и внедрить процессное управление. Но в то же время усиление конкуренции во многих отраслях делает задачи совершенствования бизнес-процессов необходимостью, что вызывает еще больший интерес к ВРМ-системам.

Таким образом, ВРМС сейчас являются наиболее эффективными ИТ-инструментом, используемым для внедрения процессного подхода в компании, позволяя не только управлять бизнес-процессами в оперативном режиме, но и организовать непрерывный цикл их совершенствования, повышать исполнительскую дисциплину и контролировать правильность выполнения процессов.

*А.В. Ерофеева, Е.Е. Майорова, студ., рук. Д.О. Сонин, ст. пр., (ИГЭУ,  
г. Иваново)*

## **МЕТОДИКА ВЫБОРА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТАМИ**

В настоящее время в России наблюдается рост интереса к автоматизированным системам управления документами (АСУД) среди государственных и коммерческих структур. При этом одним из актуальных вопросов является вопрос выбора системы с учетом множества критериев. Решение этой многокритериальной задачи напрямую связано с экономической эффективностью внедрения АСУД в организации. Таким образом, необходим комплексный подход к оценке существующих на рынке АСУД и их выбору. В данной статье предлагается методика выбора АСУД, учитывающая различные факторы, а также методы выбора.

В том случае если перед компанией встает проблема автоматизации документационного обеспечения, то перед ней имеется несколько альтернатив решения подобной задачи:

- использовать одно из готовых решений, множество которых представлено на рынке — основная проблема в данном случае состоит в том, что готовое решение не всегда может полностью удовлетворять потребности компании и органично вписываться в ее документационную систему. В этом случае требуется дорабатывать систему, многие современные АСУД как раз обладают способностью быстрой настройки;
- создать новую собственную систему, исходя из специфики самой организации — более дорогой и сложный метод, применяется в организациях, специфика которых не позволяет использовать представленные на рынке системы.

Задачами первого шага выбора АСУД является определение потребностей управления и выявление влияния на него различных факторов. Потребности управления выявляются на основе изучения функций, заложенных в должностных инструкциях, и описания групп управленческих решений, принимаемых на разных уровнях управления. Для критического анализа можно использовать существующую внутрипроизводственную отчетность. При этом следует учитывать, что выбор АСУД под цели управления и психологию управления, безусловно, с учетом технологических и организационных особенностей предприятия, должна начинаться без привязки к конкретному программному продукту. Вначале необходимо создать идеологию, и только затем искать под нее программный продукт.

В ходе информационного обследования исследуются и описываются существующие бизнес-процессы («as is» - «как есть»). В результате анализа собранных данных предлагаются оптимизированные бизнес-процессы («to be» - «как должно быть»), формулируются функциональные требования к СЭД.

Целями информационного обследования являются:

- изучение и точное описание бизнес-процессов, подлежащих автоматизации;
- разработка рекомендаций по оптимизации документопотоков.

После изучения потребностей управления и проведения информационного обследования формируется множество альтернатив, т.е. множество существующих на рынке АСУД. При выборе готового решения большую роль играют критерии оценки каждого решения.

Следующим этапом будет предъявление всех необходимых требований к системе. Эту процедуру удобно осуществлять с помощью Типовых требований к управлению *электронными*

*официальными документами* (MoReq2). По существу настоящая версия спецификации является детальными рекомендациями к формированию технического задания для построения полноценных программных продуктов по автоматизации документационного обеспечения управления. Требования настоящей спецификации стали обязательными для автоматизированных систем электронного документооборота, применяемых в органах власти Европейского Союза. Дальнейшее развитие в России рынка электронного документооборота и переход к цивилизованным формам конкуренции возможны только при наличии и восприятии поставщиками и потребителями внятных отраслевых стандартов, которые позволят дать адекватную оценку предлагаемым решениям. MoReq2, наследуя весь положительный опыт первой версии MoReq, несомненно, является тем инструментом, который позволит успешно решать задачи выбора, сравнения и оценки систем электронного документооборота.

Для того чтобы предъявить требования к предполагаемой системе электронного документооборота необходимо выделить и подробно рассмотреть все выполняемые ей функции в разрезе нашего процесса.

- *Классификация документов.* Схема классификации является наиболее важной частью системы и определяет способ, которым электронные документы могут быть организованы в электронном архиве.
- *Регистрация.* Как правило, требуется гибкая, хорошо управляемая и настраиваемая система ввода для регистрации документов, которая удовлетворяла бы столь различающимся требованиям.
- *Поиск.* Поиск по документам и отдельным метаданным является основной функцией СЭД. Функция поиска должна предполагать как стандартные запросы, заранее заданные, так и создание собственных запросов на месте, как администратором, так и пользователем.
- *Извлечение и представление.* Неотъемлемой частью функциональности СЭД является возможность извлечения папок (дел) и документов. Это включает поиск, когда их точные характеристики неизвестны и их представление. Представление может подразумевать визуализацию информации на экране (отображение), печать твердой копии на принтере.
- *Хранение документов в течении установленного срока хранения и дальнейшие действия.* Так как одной из основных функции СЭД является хранение документов, то в требованиях должны быть прописаны порядок хранения и уничтожения документов, сроки

хранения тех или иных видов документов и т.д. этим правилам должны строго следовать администраторы системы.

- *Административные функции.* Некоторый уровень организационных изменений является нормальным и СЭД обязательно должна их отражать и поддерживать при помощи своих системных средств. СЭД также должна предоставлять администратору средства для поддержки событий, таких как изменение числа пользователей, рост потребности в пространстве для хранения документов, восстановление после системных сбоев и мониторинг ошибок системы.
- *Требования к техническому, программному и аппаратному обеспечению.* СЭД должна соответствовать компьютерам, установленным на предприятии.
- *Интерфейс.* Интерфейс должен быть понятным и по возможности простым для восприятия и обучения.
- *Управление доступом и безопасностью.* Организации должны быть способны контролировать, кто имеет доступ к документам и при каких обстоятельствах, поскольку документы могут содержать персональную информацию, коммерческую тайну или иные сведения ограниченного распространения.

Основываясь на вышеперечисленных требованиях и имеющихся у нас знаниях можно провести начальное исследование рынка на предмет первичного подбора подходящих систем.

Далее необходимо выделить уникальные возможности и функции системы, которые необходимы пользователям СЭД, исходя из исследуемого процесса. Выбранная СЭД должна полностью соответствовать этим требованиям и критериям и естественно не должна противоречить всем остальным требованиям.

К каждому из обозначенных требований подбираются критерии оптимальности, затем решается задача выбора оптимального решения.

Существуют следующие методы решения многокритериальных задач:

- *Лексикографический:* основан на предположении о доминировании критериев; задача решается в несколько циклов, на каждом из которых выполняется два этапа: ранжирование критериев и выбор объектов по самому важному критерию;
- *Аксиоматический:* использует положения, разработанные в теории полезности, они требуют определения и задания свойств неявной функции предпочтения – структура предпочтения которой оперирует ЛПР при выборе объекта, на основании выявленных



свойств составляется функция полезности, описывающая структуру предпочтения ЛПР. При этом ЛПР должно хорошо ориентироваться в содержании задачи. Методы данной группы наиболее трудоемки по сравнению с предыдущими, но позволяют получить более обоснованные оценки объектов.

- *Интерактивный*: выбор наиболее предпочтительной альтернативы на основе интерактивных процедур, зависящих от специфики решаемой задачи; здесь распространены принципы выбора предпочтительного объекта методом смещенного идеала. Данный метод включает в себя большую группу алгоритмов, к общим признакам которых можно отнести наличие «идеального объекта» и наличие процедур отсеивания.

Также немаловажно обращать внимание на поставщика программного продукта, учитывая следующие моменты:

- обеспечение требуемой функциональности с возможностью дальнейшей расширяемости системы;
- минимальная совокупная стоимость владения и быстрая окупаемость системы;
- достаточный уровень технической поддержки;
- зарекомендовавший себя производитель с реальными внедрениями;
- учет отечественной законодательной базы;
- субъективные предпочтения заказчика.

Если фирма также не располагает большим бюджетом для нововведений, стоит учитывать, что в полную совокупную стоимость владения системой входят:

- стоимость серверной части, реализующей бизнес-логику системы;
- стоимость клиентских рабочих мест;
- стоимость хранилища данных;
- стоимость внедрения и технической поддержки во время эксплуатации;
- стоимость продуктов сторонних разработчиков, интегрированных с данной системой документооборота.
- стоимость реализации дополнительных функций «под заказчика».

Выбор АСУД для каждой организации сугубо индивидуальный процесс, зависящий от потребностей пользователей системы. Но в любом случае к данному процессу стоит подходить с полной серьезностью, так как от грамотно налаженного документооборота зависит успех всей компании в целом. Главной целью внедрения АСУД является повышение эффективности документационного

обеспечения предприятия или организации, а, следовательно, в какой-то степени, и эффективности их работы в целом.

*О.А. Киселева, студ.; рук. Д.О. Сонин, ст. преп., (ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ОЦЕНКА НЕПРОТИВОРЕЧИВОСТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ И МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ДОКУМЕНТАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

С внедрением в российскую практику международных стандартов все более актуальными являются вопросы их согласованности с национальными, а также совместное их использование при разработке систем документационного обеспечения. В рамках данной статьи будет рассмотрена непротиворечивость национальных стандартов на фоне международной стандартизации.

В нашей стране основными нормативными документами, регламентирующими данную сферу, являются:

- ГОСТ Р ИСО 15489-1—2007 «Управление документами. Общие требования» - определяет общие требования и методологии управления документами на всех видах носителей и во всех форматах, а также процедуры разработки и внедрения систем делопроизводства;
- Государственная система документационного обеспечения управления (ГСДОУ) - отражает совокупность принципов и правил, устанавливающих единые требования к документированию управленческой деятельности и организации работы с документами в органах государственного управления, на предприятиях, в учреждениях и организациях;
- ГОСТ Р.6.30-2003 "Унифицированные системы документации. Унифицированная система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов" - устанавливает состав реквизитов документов, требования к их оформлению, а также требования к бланкам документов;
- ГОСТ Р 51141-98 "Делопроизводство и архивное дело. Термины и определения" - содержит краткую характеристику основных терминов и определений, используемых в делопроизводстве и архивном деле.

Регламентация и управление выступают основными организационными формами регулирования создания и функционирования систем документации. Стандартизация в

различных организациях регламентов и процедур управления всеми документами обеспечивает эффективный доступ к содержащейся в документах информации и защиту документов. Однако целесообразно рассмотреть международные стандарты - технические нормативные правовые акты в сфере управления документацией, в том числе электронными документами. Это стандарт ISO 15489, который был принят как ISO 15489-1:2001 «Информация и документация. Оперативный учет. Часть 1: Общие принципы» и ISO 15489-2:2001 «Информация и документация. Оперативный учет. Часть 2: Отчет». Данные акты разработаны Международной организацией по стандартизации (ISO), соответствующими структурами Евросоюза, национальными комитетами по стандартизации и сертификации, другими государственными организациями, а также объединениями специалистов в этой области.

Международные и зарубежные национальные технические нормативные правовые акты по управлению документацией существенно отличаются от отечественных стандартов и инструкций по организации делопроизводства. Современные международные технические нормативные правовые акты - это не предельно четкие и ясные инструкции, как в российских стандартах, а описание обобщенных идей, требований и методик без определенных способов их практической реализации, которая возлагается на пользователя. Обычно для организаций они носят рекомендательный характер, но если стандарты в определенной отрасли зарекомендовали себя к общему принятию, то они становятся обязательными.

Рассмотрим понятие документа – основное понятие в сфере делопроизводства.

В стандарте ГОСТ Р 51141-98 дает следующее толкование понятия документ: *Документ - зафиксированная на материальном носителе информация с реквизитами, позволяющими ее зафиксировать.*

Стандарты ISO определяют **документ** как *информацию, созданную, полученную и сохраняемую организацией или частным лицом в качестве доказательства при подтверждении правовых обязательств или управленческой деятельности.* В отличие от устоявшейся терминологии российских стандартов, в ISO основная нагрузка в термине «документ» приходится на те функции, которые документы реализуют в деловых процессах организаций, а не на формальные признаки документа. Традиционное отечественное делопроизводство обрабатывало реквизиты и форму документов, но сейчас для обеспечения руководства организаций релевантной

информацией для принятия правильных управленческих решений требуется осмысливание контекстов документов и определение взаимосвязей их контекстов.

Основная задача международных стандартов – это создание на международном уровне единой методической основы для разработки новых и совершенствование действующих систем качества и их сертификации. Отечественные стандарты по своей сути не противоречат содержанию международных, но стоит отметить, что зарубежные страны ушли далеко вперед в вопросах проектирования систем документационного обеспечения управления, в то время как наша страна до некоторых пор уделяла основное внимание исключительно правилам оформления и создания документации.

Постепенно в международном сообществе сложилось понимание того, что управление документацией и информацией является важным элементом деятельности любой коммерческой и государственной организации вне зависимости от того, в какой национальной системе делопроизводства и документооборота она работает. Это стало ключевым моментом при принятии решения о разработке первого в мире стандарта по делопроизводству и документообороту ISO 15489, содержащего общие требования и методологию управления документами на всех видах носителей и во всех форматах, а также описывающего процедуры разработки и внедрения систем документооборота.

Стандарт состоит из двух частей:

- первая часть – ISO 15489-1 – это собственно стандарт. Здесь сформулированы наиболее общие, основные требования и принципы управления документами;
- вторая часть – ISO/TR 15489-2 – приложение к стандарту, описывающее один из вариантов внедрения положений стандарта на практике (на основе австралийского опыта).

В стандарте определено, что регламент (политика) в области управления и сохранения документации должен быть принят на самом высоком уровне в организации и его действие должно распространяться на всех ее сотрудников, создающих документы в ходе своей работы. В нем следует указать ответственность по всем должностным рангам за любой документ в организации.

К наиболее общим принципам управления документацией (создание, сбор и управление любыми документами на любых носителях) и информационными ресурсами в организации,

отмеченным в ISO, относятся установление и документальное закрепление:

- 1) основных правил и стандартов работы с документацией в организации;
- 2) распределения ответственности и полномочий в области работы с документацией между сотрудниками организации;
- 3) делопроизводственных процессов и технологий.

Стандарт ISO:

- регламентирует управление документами на любых носителях в любом формате и информационными ресурсами, создаваемыми, созданными или полученными организациями любой формы собственности в процессах их деятельности, а также лицами, профессиональными обязанностями которых является создание и (или) обработка документов;
- облегчает разработку и внедрение в организациях систем управления документацией или их совершенствование;
- требует выработки локальных (внутренних) нормативных документов организации;
- требует от системы управления доступом к документации, чтобы надлежащее управление доступом обеспечивалось через установление статуса доступа, как документам, так и пользователям;
- указывает, что управление документами в организации должно включать создание, применение и администрирование систем управления документами, интегрированных с системами управления и управленческими процессами;
- закрепляет наиболее важные виды работ в процессе создания автоматизированной системы документационного обеспечения управления организации: фиксация сведений о том, какие виды деловой деятельности требуют документирования; когда, как и где документы должны быть созданы;
- определяет, что из политики управления и хранения документации должны приниматься руководством организации и распространяться на всех работников, в чьи функции входит создание документов; закрепляет ответственность за любой документ в организации на каждом уровне управления;
- содержит рекомендации по управлению документами организации для соответствия требованиям международных стандартов управления качеством ISO;
- не регулирует управление архивными документами в организациях (архивных учреждениях);

– содержит рекомендации по разработке и внедрению системы документооборота в организации.

Многие положения ISO непосредственно связаны с защитой информации и ее носителей, с обеспечением безопасности самой организации, ее работников и ее внешней среды в связи с хранением и санкционированным уничтожением информации в соответствии с требованиями действующего национального законодательства.

В России ISO 15489 был утвержден 12 марта 2007 г. как ГОСТ Р ИСО 15489 с целью его ускоренного внедрения в практику. Наименование настоящего стандарта уточнено по отношению к русскоязычному переводу международного стандарта ИСО 15489-1-2001 «Информация и документация. Управление записями. Общие требования» в части употребления термина «записи».

Англоязычные термины «records» и «document» в настоящем стандарте объединены в русскоязычный термин «документ» на следующих основаниях:

– Термины «records» и «document» в английском языке являются синонимами и употребляются в тексте англоязычной версии данного ИСО в терминологическом значении «документ», «документы», т.к. положения данного стандарта направлены на решение функциональных, технологических и технических вопросов работы с документами, возникающих в процессе деловой деятельности организаций.

– В Российской Федерации термин «запись» в сфере информации и документационного обеспечения управления, а также в теории документоведения не используется. В правовых и нормативных документах, а также ГОСТах, регулирующих эти сферы деятельности, в Российской Федерации используется термин «документ». В практической деятельности персонал служб ДОУ, для которых, прежде всего, предназначен данный стандарт, работают исключительно с документами.

Известен также стандарт MoReq Европейского Союза в области управления документами, принятый в 2001 г.

Стандарт MoReq проводит различие между основными типами систем управления документами: информационными системами и системами электронного документооборота. Н.А. Храмцовская считает, что проводимое в стандарте MoReq главное отличие систем электронного документооборота заключается в том, что они не только обеспечивают сохранность информации, но также целостность и аутентичность электронного документа. После регистрации

информационного материала в качестве документа тот не может быть изменен или уничтожен, если он не имеет статуса документа временного срока хранения. В современной мировой практике основным направлением развития в области управления документами становится все более тесная интеграция информационных систем с системами электронного документооборота.

Стандарт MoReq содержит основные требования к:

- самой системе электронных документов;
- классификационной схеме (электронной номенклатуре дел);
- средствам обеспечения безопасности документов;
- хранению документов в течение установленного срока, их передаче и уничтожению;
- вводу документов в систему;
- идентификаторам объектов;
- поиску, извлечению и выводу документов;
- метаданным и эталонной модели.

Российские стандарты в области делопроизводства ограничивают возможности внедрения менеджмента знаний и нуждаются в развитии. С учетом существующих реалий в российские стандарты в области делопроизводства должны обеспечивать:

1) адекватное применение принципов и технологий обработки документов, гармонизированных с международными;

2) единое методологическое обеспечение создания автоматизированной системы документационного обеспечения управления для различных организаций;

3) способность автоматизированной системы документационного обеспечения управления импортировать и экспортировать документы и их метаданные в установленном государством стандартном формате. Неурегулированность в должной степени действующим российским законодательством тех аспектов нормативного регулирования электронным документооборотом, которые уже с успехом отработаны в мировой практике, обуславливает существование крайне громоздких, с большим трудом и неэффективно управляемых систем «бумажного + электронного» документооборота, в которых электронный документ до сих пор продолжает легализовываться при помощи бумажных документов. В современных условиях такое положение дел вступит в серьезное противоречие с базисным принципом функциональной эквивалентности электронных и бумажных документов, который является фундаментальным в

международном законодательстве в области электронной коммерции и электронной подписи

*Н.А. Кондратенко, студ., рук., Н.Н.Елизарова, к.т.н, доц.  
(ИГЭУ, Иваново).*

## **РЕАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИИ АТТЕСТАЦИИ В 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ 8.**

Качество работы любой организации зависит от качества, работающего в ней персонала, оценить которое можно с помощью аттестации. Аттестация – один из важнейших элементов кадровой работы, представляющий собой периодическое освидетельствование профессиональной пригодности и соответствия занимаемой должности каждого работника определенной категории. Во многих организациях либо пренебрегают данной функцией, либо используют устаревшие и субъективные методы оценки персонала. Хотелось бы отметить, что снизить уровень субъективности оценки возможно используя современные компьютерные средства, за счет того, что члены аттестационной комиссии при выставлении оценок опираются лишь на собственное мнение.

Одним из множества программных средств, позволяющее реализовать данную функцию, является 1С: Предприятие\_ Зарплата и Управление Персоналом\_8. Рассмотрим последовательность выполнения данной функции с системе.

1. Процесс аттестации в данной программе начинается с того, что определяется, в каком подразделении и для каких лиц будет он проводиться (рис.1).
2. Назначается аттестационная комиссия, в которую должен входить начальник кадрового подразделения, начальник подразделения аттестуемых.
3. После чего формируются компетенции, т.е. параметры (критерии) по которым сотрудника будут оценивать. Они формируются из квалификационного справочника, должностных инструкций и локальных нормативных актов организации. Компетенции подразделяются на 2 вида: личные и профессиональные. В личных оцениваются личные качества (рис.2) сотрудника, а в профессиональных (рис.3) его деловые качества.





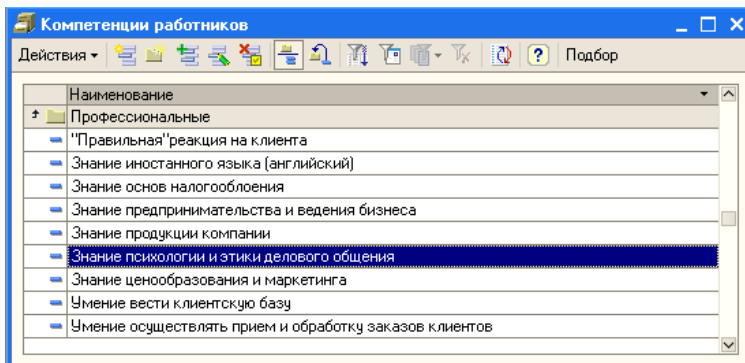


Рисунок 3. Профессиональные качества

Лист каждой компетенции включает в себя критерии оценки. Программа позволяет использовать любую шкалу: от двоичной до пятибалльной. Каждая оценка описывается рядом критериев (рис.4).

4. На этом подготовительная работа закончена, все готово к проведению аттестации. Проводится оценка каждого аттестуемого по назначенным компетенциям.

5. После того как сотрудники оценены формируется оценочный лист и документ движения работника по регистрам, где указывается, какие оценки он получил за конкретные компетенции, соответствующие его должности (рис.5 и рис.6).

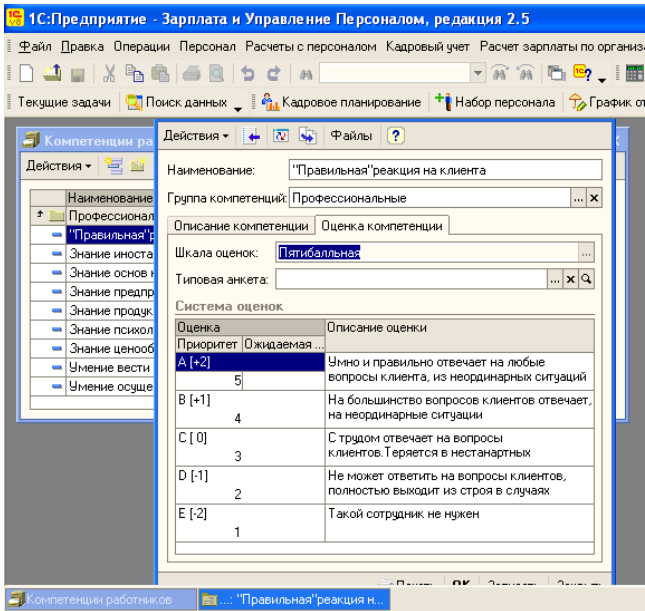


Рисунок 4. Шкала оценок по компетенциям

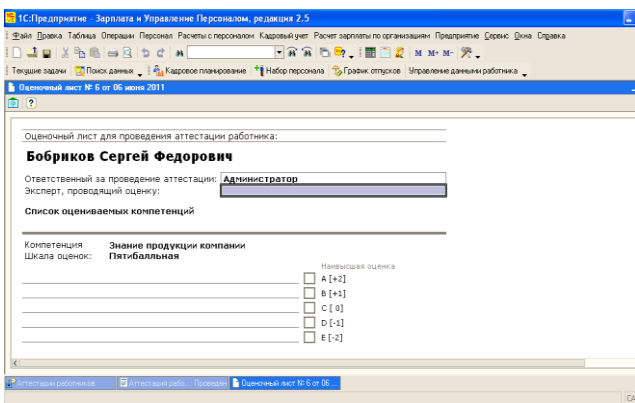


Рисунок 5. Оценочный лист

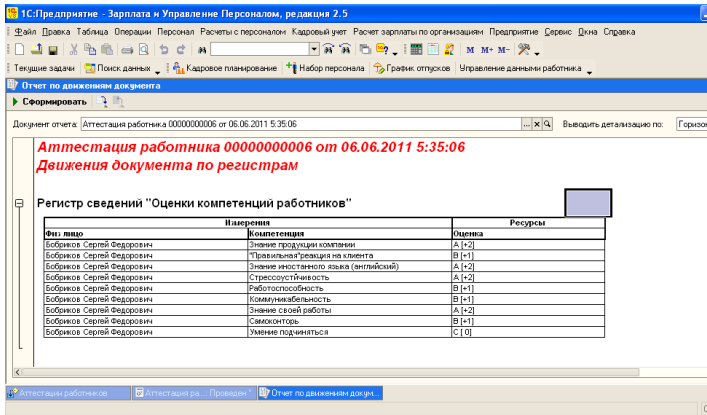


Рисунок 6. Регистр сведений оценки компетенций работников

В едином интерфейсе реализована возможность проводить следующие работы:

- 1) контролировать оценки работников,
- 2) назначать аттестации,
- 3) контролировать проведение аттестаций,
- 4) анализировать оценки компетенций (рис. 7).

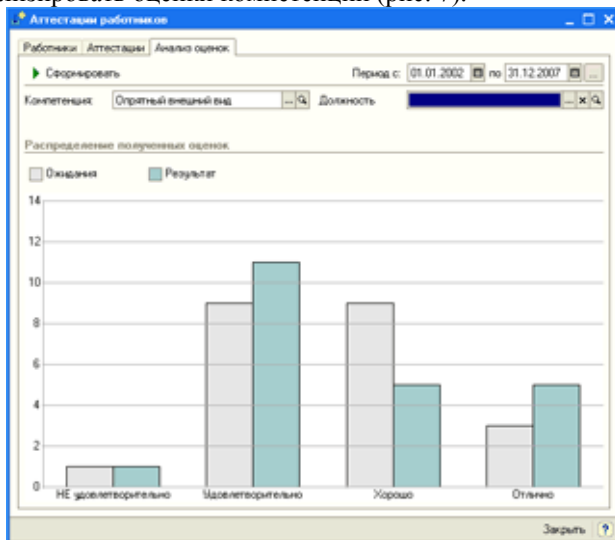


Рисунок 7. Диаграмма оценки сотрудников

Таким образом, реализована возможность проследить и оценить текущее состояние пригодности персонала. Когда оценки выставлены, стоит вопрос о заверении и передачи документов, как минимум в кругу аттестационной комиссии. Существует конфигурация IC:Документооборот или можно использовать электронную почту «Outlook Express». Должный уровень безопасности обеспечивается возможностью использовать электронно-цифровую подпись.

Данная технология была разработана с учетом специфики предприятия ООО «Нейрософт» г. Иваново, где планируется ее внедрение.

*К.В. Соколинская, студ.; рук. Д.О. Сонин, ст. преп.,(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ ПОРУЧЕНИЙ В СРЕДЕ ЭОС «ДЕЛО»**

Исторически российское делопроизводство сложилось таким образом, что задача осуществления контроля исполнения документов и поручений являлась одной из основных задач канцелярий, служб ДООУ и других аналогичных подразделений. Сегодня, когда основным критерием контроля является достижение поставленного результата, актуальным стал вопрос организации контроля исполнения поручений, поэтому в данной статье хотелось бы обратить внимание на необходимость разграничения контрольных функций между подразделениями и должностными лицами, а также определить основные обязанности и возможности служб ДООУ в рассматриваемом процессе.

Известно, что целью любого управленческого действия является достижение результата, и без определения этой цели любые действия с документами (регистрация, исполнение, хранение и т.д.) утрачивают свое назначение, а цель заменяется самим процессом (зарегистрировать, разослать и проконтролировать, что сводится только к констатации факта: исполнено – не исполнено).

На федеральном уровне вопросы организации исполнения принятых решений и контроля их исполнения, в т.ч. контроля исполнения обращений граждан, нашли отражение в следующих документах:

1) Регламент Правительства Российской Федерации (утвержден постановлением Правительства РФ от 01.06.2004 № 260);

- 2) Типовой регламент взаимодействия федеральных органов исполнительной власти (утвержден постановлением Правительства РФ от 19.01.2005 № 30);
- 3) Типовой регламент внутренней организации федеральных органов исполнительной власти (утвержден постановлением Правительства РФ от 28.07.2005 № 452).

Однако этими документами установлены организационные основы контроля исполнения поручений и в определенных случаях - типовые сроки исполнения поручений. Что же касается технологии контроля исполнения документов, этот вопрос в регламентах не нашел отражения.

В соответствии с ГОСТ Р ИСО 15489-1-2007 в системе управления документами их движение и использование необходимо контролировать для того, чтобы обеспечивать поиск документов, предотвращать случаи их утраты, выявлять случаи невыполнения обязательных действий, вести мониторинг использования системы управления документами в целях сохранения и защиты содержащейся в ней информации, а также в целях сохранения записей о произведенных с документами операциях.

ГОСТ Р ИСО 15489-1-2007 выделяет два вида контроля: контроль действий и контроль местоположения документа.

**Контроль действий** в системе управления документами применяется для процессов (операций), в которых действия ограничены временными рамками, устанавливаемыми организацией или для организации. Контроль действий может эффективно применяться только в том случае, если документ зарегистрирован в системе управления документами прежде, чем он будет направлен исполнителям.

**Контроль местоположения документа** осуществляется в случаях, когда документ выдается сотрудникам для использования в работе, изымается из системы для уничтожения или передачи на архивное хранение. В ходе контроля местоположения отслеживаются факты выдачи документов сотрудникам, передачи их между работниками или подразделениями, даты перемещений документа и возврата документов на место их расположения или хранения.

В традиционно сложившейся системе ДОУ применяются оба вида контроля. В процессе исполнения документа особое значение имеет контроль за исполнением поручений по документу, относящийся, в соответствии с ГОСТ Р ИСО 15489-1-2007, к контролю действий,

поскольку основывается на отслеживании сроков исполнения, или, иначе говоря, действий, ограниченных временными параметрами.

Система контроля исполнения поручений позволяет обеспечить своевременное и качественное выполнение содержащихся в документах поручений, получить аналитическую информацию, необходимую для оценки деятельности подразделений и отдельных исполнителей.

На контроль ставятся документы, содержащие поручения, требующие исполнения в установленный срок. Сроки исполнения документов могут быть типовыми и индивидуальными.

**Типовые сроки** устанавливаются законодательными или иными нормативными правовыми актами. Перечень типовых сроков исполнения документов должен быть помещен в инструкцию по ДООУ организации. Типовой срок исполнения документа не может быть изменен.

**Индивидуальные сроки** исполнения документов указываются в тексте документа или резолюции руководителя. Изменить индивидуальный срок исполнения документа может только руководитель, установивший его. Приостанавливать исполнение документа или отменять его имеет право вышестоящая организация, организация – автор документа и вышестоящие контролирующие органы в соответствии со своей компетенцией.

Сегодня интерес к рынку программного обеспечения для автоматизации работы с документами неуклонно растет. Использование сети Internet позволяет автоматизировать процесс документооборота, сократить время обработки, улучшить поиск данных, обеспечить контроль исполнения. Новые технологии в этой области предоставляют полную аналитическую информацию и снижают вероятность всевозможных ошибок.

Автоматизация документооборота предприятия позволяет повысить исполнительскую дисциплину, что осуществляется за счет улучшения контроля исполнения поручений по документам. Эффективная система уведомлений и напоминаний заранее предупреждает всех должностных лиц о приближении сроков исполнения распоряжений. При помощи формирования сводных отчетов и журналов легко составить полную картину работы, как отдельных сотрудников, так и предприятия в целом.

Документационное обеспечение управления охватывает три основные задачи применительно к системам автоматизации:

- документирование (т.е. подготовка, оформление, согласование

и изготовление документов);

- организация документооборота (обеспечение движения, поиска, хранения и использования документов);
- систематизация архивного хранения (определение правил хранения информации, ее поиска и использования для поддержки принятия решений, секретность).

Контроль за исполнением поручений – совокупность действий, целью которых является содействие своевременному и качественному исполнению поручений, обеспечение получения аналитической информации, необходимой для оценки деятельности структурных подразделений, филиалов, конкретных сотрудников.

В системе "ДЕЛО" поддерживается работа со следующими видами поручений:

- резолюция – поручение уполномоченного должностного лица, выдаваемое на основании документа;
- пункт - поручение, содержащееся в тексте самого документа;
- подчиненная резолюция – поручение, относящееся не к документу в целом, а к его конкретному пункту или конкретной резолюции. Подчиненная резолюция, в свою очередь, может иметь свои подчиненные резолюции (более низкого уровня иерархии) и т.д.;
- проект резолюции - используется при подготовке делопроизводителем проекта резолюции руководства. В дальнейшем проект резолюции передается на утверждение руководителю, после чего рассылается исполнителям.

Для контрольных документов, по которым заведено поручение, автоматически отслеживаются сроки исполнения, особо выделяются контролируемые документы и документы с истекшими сроками исполнения.

Система позволяет формировать напоминания исполнителям и сводки об исполнении контрольных документов.

В системе "ДЕЛО" существует несколько механизмов организации движения документов. Каждый механизм обеспечивает оптимальное выполнение того или иного делопроизводственного процесса.

При работе над проектом документа карточка автоматически пересылается по последовательному или параллельному маршруту между заранее определенными согласующими и утверждающими должностными лицами. В процессе пересылки проекта учитывается характер вынесенных виз, контролируются сроки рассмотрения.

После внесения поручения документ автоматически пересылается исполнителям, контролируются сроки исполнения поручений.



В системе "ДЕЛО" реализовано также множество других механизмов движения документов: внутренняя адресация, контроль всех видов движения бумажных документов и прочие.

Отслеживание движения бумажного документа происходит с помощью журнала передачи документов, в который вносится информация:

- о передаче бумажного оригинала или копии должностному лицу;
- о списании документа в дело;
- об уничтожении документа.

На основании записей журнала передачи может быть сформирован в бумажном виде реестр передачи документа в подразделения и должностным лицам организации.

Одной из главных причин неэффективности работы любой компании, к сожалению, является человеческий фактор. Если система управления компанией позволяет хранить все задания и поручения, которые имеют сотрудники, то в фирме, где поручения высказываются устно или в виде служебных записок, а также существуют в виде устных договоренностей, неизменно возникают случаи потери или утраты данных. Также отсутствует целостное представление о ходе работы как у клиента, так и у исполнителя поручения, а контроль сроков исполнения просто невозможно осуществлять. Как результат – значительно снижение эффективности труда и отсутствие контроля сотрудников.

*А.А. Кузнецова, студ. гр. 3-45, рук. Н.Н. Елизарова к.т.н., доц.  
(ИГЭУ, г. Иваново)*

## **ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ОТБОРЕ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

Статистические методы нашли широкое применение во многих прикладных задачах, связанных с принятием важных управленческих решений. В частности, они могут использоваться для отбора признаков при анализе предметной области.

Рассмотрим пример, когда необходимо из заданного набора признаков, характеризующих состояние отдела на предприятии в аспекте их кадрового обеспечения, выбрать те, которые следует учитывать при анализе данной предметной области.

Процедура отбора признаков состоит из двух этапов:

- 1) проверка независимости признаков;
- 2) выбор среди коррелированных признаков, тех которые обладают большими разделительными свойствами.

Для проверки независимости признаков и определения их информативности проводят априорную обработку признаков. Решая данную задачу, воспользуемся формулой оценки нормированного коэффициента корреляции:

$$r_{kl} = \frac{\overline{x_k x_l} - \bar{x}_k \bar{x}_l}{s_{x_k} \cdot s_{x_l}} \quad (1)$$

Расчет будем производить по следующему алгоритму:

1. Расчет коэффициентов корреляции по формуле (1).
2. Проверка значимости коэффициентов с использованием критерия Стьюдента

$$t_{pac} = \sqrt{\frac{r_{kl}^2(n-2)}{1-r_{kl}^2}}. \quad (2)$$

3. Выявление коррелированных признаков.

Рассмотрим пример, касающийся обозначенной выше предметной области. Пусть задан набор признаков  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_5\}$ , характеризующих состояние отдела предприятия в сфере кадрового обеспечения:

$x_1$  – общая численность работников отдела, чел.;

$x_2$  – среднемесячный объем премиальных выплат на человека, тыс.руб.;

$x_3$  – средний размер оклада по отделу, тыс. руб.;

$x_4$  – среднегодовое количество увольняемых работников, чел.;

$x_5$  – количество вакансий.

Для десяти отделов предприятия получены количественные величины этих параметров (табл. 1).

Таблица 1. Матрица исходных данных

№ отдела	Признаки				
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
1	31	10,7	35,71	8,3	2
2	45	6,5	29,4	6,5	5
3	23	12,8	25,6	9,6	1
4	28	14,2	32,8	7,2	2
5	36	8,9	23,9	1,4	4

6	12	4,3	37,6	3,5	0
7	42	25,5	24,8	2,6	3
8	20	11,6	30,5	3,2	1
9	52	9,1	29,7	7,2	8
10	7	13,7	22,69	2,5	0

Далее рассчитаем парные коэффициенты корреляции по формуле (1) и сведем их в таблицу (табл.2).

Таблица 2. Парные коэффициенты корреляции

Признаки	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
$x_1$	1	0,11716	-0,0912	0,24165	0,92514
$x_2$	0,11716	1	-0,4759	-0,155	-0,103
$x_3$	-0,0912	-0,4759	1	0,34497	-0,1166
$x_4$	0,24165	-0,155	0,34497	1	0,18725
$x_5$	0,92514	-0,103	-0,1166	0,18725	1

Из расчета видно, что ряд признаков имеют существенную корреляцию. Проверим значимость каждого коэффициента корреляции, используя критерий Стьюдента. Результаты расчета достоверности критериев корреляции, выполненные с использованием функции Excel СТЬЮДРАСП, приведены в таблице (табл.3).

Таблица 3. Достоверность коэффициентов корреляции

Признаки	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
$x_1$	0,2528	0,19785	0,4988	0,99987
$x_2$		0,83553	0,33112	0,2229
$x_3$			0,67105	0,25166
$x_4$				0,39554

Достоверность коэффициентов  $r_{23}$ ,  $r_{15}$  близка к 1, следовательно, эти признаки признаются связанными, и нет необходимости для описания объектов рассматриваемой предметной области использовать все 5 признаков.

Так как в процессе априорной обработки информации была определена зависимость между некоторыми признаками, появляется необходимость выбора – какие из связанных признаков следует учитывать при анализе объектов предметной области, а какие не следует. Для решения подобных задач используются различные

методы определения словаря признаков. Цель применения данных методов заключается в том, чтобы выбрать из всех признаков, о которых имеется априорная информация лишь те, которые, с одной стороны, наиболее информативны, и, с другой стороны, могут быть в принципе определены имеющимися или специально созданными средствами.

При решении приведенной задачи воспользуемся *методом, основанном на сравнении апостериорных вероятностей*. Суть метода состоит в том, чтобы произвести сравнительную оценку признаков и определить, какой из этих признаков качественнее, полезнее, обладает лучшими разделительными свойствами. Для этого необходимо вычислить следующее.

Вероятность получить однозначное решение определяется по формуле:

$$P_1 = \sum_{i=1}^m P(\Omega_i) \int_{\Delta_i^{(1)}(x_l)} f_i(x_l) dx_l. \quad (4)$$

Вероятность получить двузначное решение, такое, как «класс 1 или класс 2», равна:

$$P_2 = \sum_{i=1}^m P(\Omega_i) \int_{\Delta_i^{(2)}(x_l)} f_i(x_l) dx_l, \quad (5)$$

где  $\Delta_i^{(1)}(x_l)$  – совокупность интервалов, на которых отлична от нуля одна функция из набора  $f_i(x_l)$ .

$\Delta_i^{(2)}(x_l)$  – совокупность интервалов, на которых отличны от нуля какие-либо две функции из набора  $f_i(x_l)$ .

Расчитав вероятности  $P_1$  и  $P_2$ , вычислим математическое ожидание случайной величины  $q$  по формуле:

$$M(q) = \sum_{i=1}^m i \cdot P_i. \quad (6)$$

Определим указанные математические ожидания для первого и второго признака, т.е.  $M_{x_l}(q)$  и  $M_{x_k}(q)$ . Если  $M_{x_l}(q) > M_{x_k}(q)$ , то признак  $x_k$  обладает большими разделительными свойствами

Рассмотрим для нашего примера пару связанных признаков, обладающих максимальной достоверностью коэффициента корреляции ( $P(r_{15})=0,99$ ) – признак  $x_1$  (общая численность работников) и признак  $x_5$  (число вакансий) и проведем их сравнительную оценку. Определим классы:  $\Omega_1$  – подразделение достаточно обеспеченно кадрами, а  $\Omega_2$  – недостаточно обеспеченно. Пусть априорные вероятности объектов будут равны  $P(\Omega_1)=0,4$ ;  $P(\Omega_2)=0,6$ . Преобразуем значение показателей к относительным величинам (табл.4), используя формулу:

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\bar{x}_j},$$

где  $\bar{x}_j$  – средний уровень  $j$ -го признака.

Таблица 4. Исходные и относительные значения признаков

№ отдела	Признаки			
	$x_1$	$x_5$	$\tilde{x}_1$	$\tilde{x}_5$
1	31	2	1,05	0,77
2	45	5	1,52	1,92
3	23	1	0,78	0,38
4	28	2	0,95	0,77
5	36	4	1,22	1,54
6	12	0	0,41	0,00
7	42	3	1,42	1,15
8	20	1	0,68	0,38
9	52	8	1,76	3,08
10	7	0	0,24	0,00

Разделим диапазоны изменения признаков на интервалы и рассчитаем значения вероятностей для каждого признака формулам (4-5), а также математическое ожидание случайной величины  $q$  для каждого  $x$ . В данном случае  $P_1$  – это вероятность получить однозначное решение (то есть конкретный класс), а  $P_2$  – вероятность получить двузначное решение (то есть «класс 1 или класс 2»). Результаты расчета приведены в таблице (табл.5).

Таблица 5. Значения вероятностей и математического ожидания для признаков

	$P_1$	$P_2$	$M(q)$
$x_1$	0,77	0,23	1,23
$x_5$	0,35	0,65	1,68

Исходя из результатов расчета  $M_{x1}(q) < M_{x5}(q)$ , можно сделать вывод о том, что признак  $x_1$  обладает большими разделительными свойствами, чем признак  $x_5$ , следовательно качество признака  $x_1$  выше.

Таким образом, на основе приведенных расчетов можно осуществлять отбор признаков, которые используются при анализе каких-либо объектов предметной области, что впоследствии может учитываться при принятии управленческих решений. В этом аспекте рассматриваемые статистические методы представляют большую ценность при осуществлении информационного обеспечения лиц, принимающих решения.

## **Секция «Прикладные задачи математики»**

*В.В. Куриц, студ.; рук. И.Е. Ануфриев к.ф.-м.н., доц.  
(СПбГПУ, г. Санкт-Петербург)*

### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАФИКА В ТРАНСПОРТНЫХ ТРЕНАЖЕРАХ**

В процессе обучения вождению используются тренажеры, спектр которых очень широк. Простейшие тренажеры служат для выработки моторных навыков по управлению автомобилем и представляют собой реальное (или максимально приближенное к нему) место водителя с установленными рулем, коробкой переключения передач, педалями и другими органами управления. В более сложных тренажерах имитируется внешняя обстановка при помощи одного или нескольких мониторов, заменяющих лобовое стекло (иногда и боковые стекла) и зеркала заднего вида. Существенным обстоятельством, определяющим качество обучения на тренажере, является реалистичность моделирования автомобильного трафика. Существуют различные модели автомобильного трафика [1]. Условно их можно разделить на две группы — макроскопические и микроскопические. Макроскопические модели не применимы для моделирования автомобильного трафика в транспортных тренажерах, поскольку решением являются скорость и плотность потока в целом, а не зависимость координаты каждого автомобиля от времени. В

микроскопических моделях моделируется движение каждого автомобиля.

Целью данной работы является получение микроскопической модели трафика устойчивой с математической точки зрения и реалистично отображающей поведение как отдельного автомобиля, так и потока автомобилей в целом. Также одним из требований, предъявляемых к модели, является её способность работать в режиме реального времени. Кроме того, ставится задача создания структуры данных, обеспечивающей возможность моделирования трафика в различных с точки зрения геометрии районах. В итоге, объединение математической модели и разработанной структуры данных дает приложение, которое моделирует трафик в режиме реального времени в заранее определенном районе.

В качестве микромодели выбрана модель «разумного водителя» (Intelligent Driver Model, IDM) [2], как одна из наиболее удачных микроскопических моделей, предложенная Мартином Трайбером в 1999 году. В модели IDM предполагается, что ускорение  $n$ -го автомобиля является непрерывной функцией его скорости  $v_n$ , дистанции до «лидера»  $s_n$ , скорости относительно «лидера»

$\Delta v_n = v_{n+1} - v_n$  и определяется следующим образом:

$$\dot{v}_n(t) = a_n \left( 1 - \left( \frac{v_n}{v_n^0} \right)^\delta - \left( \frac{s_n^*(v_n, \Delta v_n)}{s_n} \right)^2 \right)$$

где  $s_n^*(v_n, \Delta v_n) = s'_n + T_n v_n - \frac{v_n \Delta v_n}{2\sqrt{a_n b_n}}$  — желаемая дистанция до «лидера»,

$s'_n, T_n, a_n, b_n, \delta$  — параметры модели.

Методом Ляпунова исследована локальная устойчивость решения системы в окрестности стационарного состояния и получены условия в виде неравенств на параметры модели:

$$\begin{cases} \frac{a_n T_n^2}{s'_n} \geq 2, \delta > 1 \\ a_n \left( \frac{1}{2v_n^0} + \frac{T_n}{s'_n} \right)^2 s'_n \geq 2, \delta = 1 \end{cases}$$

Одним из требований, предъявляемых к модели, является её достаточная реалистичность. Модель должна отображать реальную динамику, в частности, при разгоне и экстремальном торможении. Для

этого поставлена задача оценки параметров дифференциального уравнения [3], а именно, определение параметров таким образом, чтобы решение уравнения максимально точно ложилось на кривую реальной динамики (экспериментальных данных). Пусть имеется система дифференциальных уравнений:

$$\frac{dx}{dt} = f(t, x, \theta),$$

где  $t$  – время,  $\theta$  – вектор подлежащих определению параметров,  $x = x(t, \theta)$  – вектор переменных состояния. Также заданы начальные условия –  $c_p(x(t_1, \theta), \theta) = 0$ ,  $t_1$  – начальный момент времени. Пусть имеется набор экспериментальных данных  $\{\tilde{x}_i\}_{i=1}^N$  для значений

$x = x(t, \theta)$  в моменты времени  $t_i$ . Для системы дифференциальных уравнений запишем схему численного интегрирования (для простоты будем предполагать, что экспериментальные данные заданы на равномерной сетке с шагом  $\Delta t$ ):

$$x_{i+1} - x_i = \Delta t \cdot f(t_i, x_i, \theta), \quad i = 1, \dots, N - 1,$$

где  $x_i$  – аппроксимация решения  $x(t_i, \theta)$  в точке  $t_i$ ,  $\Delta t$  – шаг дискретизации.

В качестве схемы интегрирования используется явный метод Эйлера. Требуется подобрать параметры  $\theta$  таким образом, чтобы минимизировать сумму квадратов отклонений при выполнении условий и начальных условий. Таким образом, задача подбора параметром модели выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} \min m(x_1, \dots, x_N, \theta) = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N [\tilde{x}_i - x(t_i, \theta)]^T [\tilde{x}_i - x(t_i, \theta)] \\ c_i(x_i, x_{i+1}, \theta) := x_{i+1} - x_i - \Delta t \cdot f(x_i, x_{i+1}, \theta) = 0, \quad i = 1, \dots, N - 1 \\ c_p(x_1, \theta) = 0 \end{cases}$$

Задавая разные характеристики КПП и двигателя, а также массу автомобиля, площадь лобового сечения и коэффициент аэродинамического сопротивления автомобиля, можно настраивать параметры IDM для разных автомобилей. Кроме того, задавая различные значения для коэффициента сопротивления дороги, можно учитывать дорожное покрытие и погодные условия. Задача подбора параметров модели представляет собой задачу условной квадратичной оптимизации с нелинейными ограничениями в виде равенств и



неравенств. В набор ограничений добавлено условие на параметры модели, полученное при исследовании устойчивости. В итоге, получен набор значений параметров модели, который одновременно обеспечивает реалистичную динамику и гарантирует устойчивость решения системы дифференциальных уравнений.

Разработана модель перестроения из текущей полосы в соседнюю полосу. Сформулированы критерии безопасного перестроения, учитывающие дистанцию до последующего и предшествующего автомобилей на целевой полосе, а также их скорости.

Дорожная карта предполагает наличие перекрестков различного типа. В работе сформулированы правила проезда следующих перекрестков – регулируемого перекрестка, перекрестка равнозначных дорог, перекрестка с приоритетом (главная-второстепенная дорога). Предложено два метода оценки времени проезда перекрестка. Проведено исследование и обоснован выбор одного из методов как более эффективного.

Результатом проделанной работы является приложение, написанное на языке C++, которое позволяет моделировать поведение трафика в режиме реального времени при количестве автомобилей порядка  $10^3$  штук. Предварительно задается дорожная карта района, в котором предполагается моделирование. Допускается наличие вышеперечисленных типов перекрестков и многополосность. Кроме того можно задавать интенсивность трафика, указывая частоту создания автомобилей на границах дорожной карты, и ограничения по скорости на различных участках дорог. Данное приложение в достаточной степени реалистично имитирует поведение автомобилей как в свободном потоке, так и в плотном, работает в режиме реального времени при количестве автомобилей порядка  $10^3$  штук, математическая модель устойчива с численной точки зрения.

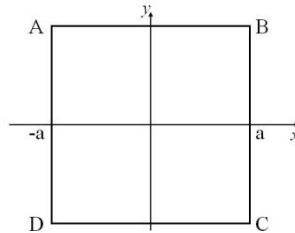
#### Библиографический список

1. **Гасников А.В.** Введение в математическое моделирование транспортных потоков. М.:МФТИ, 2010.
2. **Treiber, M., Hennecke, A., & Helbing, D.** (2000), Congested traffic states in empirical observations and microscopic simulations, *Phys. Rev. E.*, 62, 1805–1824.
3. **Li, Z. F., Osborne, M. R. & Prvan, T.** (2005), Parameter estimation of ordinary differential equations, *IMA Journal of Numerical Analysis*, 25, 264–285.

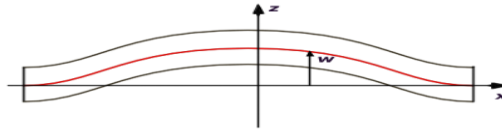
Чаленко Д.С., студ. 5-47, Шарыкин А.П., студ. 4-47 рук. Пяртли А.С.,  
к.ф.-м.н., доцент

## РАСЧЕТ ПРОГИБА ПРОФИЛЬНОЙ АНИЗОТРОПНОЙ ПЛАСТИНЫ ПРИ ПОСТОЯННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

**Постановка задачи.** Рассчитать прогиб тонкой, упругой пластины, изготовленной из кремния и имеющей форму прямоугольного параллелепипеда с квадратным основанием.



Под прогибом пластины  $w$  понимается смещение срединной поверхности пластины вдоль оси  $Oz$ .



Пластина жестко закреплена по всем краям и нагружена равномерной нагрузкой интенсивности  $p$  по направлению оси  $Oz$ .

**Методика решения.** Нахождение прогиба пластины сводится к решению обобщенного уравнения Софи Жермен на случай пластины из анизотропного материала.

Это дифференциальное уравнение в частных производных относительно прогиба пластины  $w$  имеет следующий вид:

$$D_x \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2H \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + D_y \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = p,$$

где постоянные  $D_x, D_y, H$  учитывают анизотропию материала пластины.

$$D_x = \frac{E_x h^3}{12(1-\nu^2)} = D_y, \quad H = \frac{E_x \nu h^3}{12(1-\nu^2)} + 2 \frac{Gh^3}{12},$$

где  $h$  – толщина пластины,  $E_x$  – модуль Юнга (модуль упругости),  $G$  – модуль сдвига,  $\nu$  – коэффициент Пуассона.

Для решения обобщенного уравнения Софи Жермен используем метод Бубнова-Галеркина.

**Решение поставленной задачи методом Бубнова-Галеркина.**

Находится прогиб пластинки, имеющей следующие характеристики:  $a=0.002$  м,  $h=15 \cdot 10^{-6}$  м,  $p=101325$  Па,  $E_x=1.301 \cdot 10^{11}$  Па,  $G=7.955 \cdot 10^{10}$  Па,  $\nu=0.278$ .

Функцию прогиба ищем в виде ряда  $w = \sum_{k=0}^n \sum_{l=0}^n a_{k,l} \varphi_{k,l}(x, y)$ , где  $a_{k,l}$

– неизвестные коэффициенты.

Из характера закрепления пластинки вытекают следующие граничные условия. На гранях пластинки AD и BC при  $x = -a$  и  $x = a$

$$w = \frac{\partial w}{\partial x} = 0.$$

На гранях AB и DC при  $y = -a$  и  $y = a$   $w = \frac{\partial w}{\partial y} = 0$ .

Чтобы удовлетворять этим условиям, для приближенного выражения функции прогибов в виде ряда возьмем следующие функции:

$$\varphi_{k,l}(x, y) = \rho_k(x) \rho_l(y), \quad k = 1, 2, 3, \dots, n; \quad l = 1, 2, 3, \dots, n,$$

где

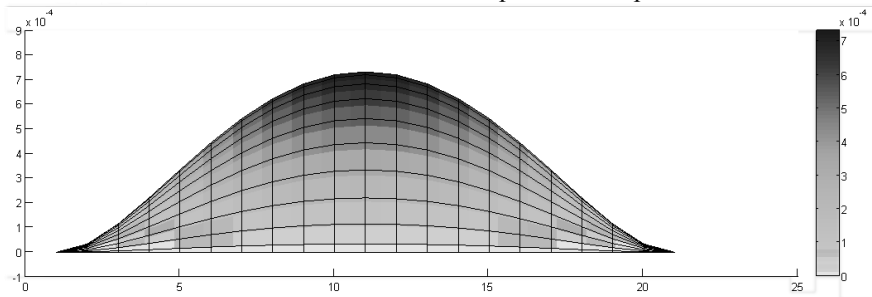
$$\rho_0(x) = (x^2 - a^2)^2$$

$$\rho_k(x) = \left( (-1)^{k+1} + \cos \frac{k\pi x}{a} \right), \quad k = 1, 2, 3, \dots, n.$$

Прогиб в центре пластины при  $n = 5$  равен  $w_{\max} = 0.75572 \cdot 10^{-3}$  м.

Та же самая задача была решена численным методом в системе ANSYS. Получен следующий результат:  $w_{\max} = 0.75577 \cdot 10^{-3}$  м.

Расхождение аналитического и численного решений порядка  $10^{-6}$  м.



### Библиографический список

7. С.Г. Лехницкий «Теория упругости анизотропного тела». «Наука» 1977г., 416 стр.
8. С.Г. Михлин «Вариационные методы в математической физике». «Наука» 1970г., 512 стр.
9. [distance.net.ua](http://distance.net.ua) – дистанционное обучение по специальности «Инженерная механика».

*Д.Г.Рандин, аспирант; рук. А.М.Абакумов д.т.н., профессор  
(СамГТУ, г.Самара)*

## УТОЧНЕННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ АКТИВНОЙ ВИБРОЗАЩИТЫ С УПРАВЛЯЕМЫМ ДЕМПФЕРОМ

При проектировании и оптимизации виброзащитных систем транспортных средств в последнее время становится актуальной задача разработки активных систем виброзащиты (АСВ) с управляемым демпфером. В качестве управляемого демпфера может использоваться, например, магнитореологический амортизатор [2].

Расчетная схема двухмассовой системы виброзащиты транспортного средства представлена на рис. 1.

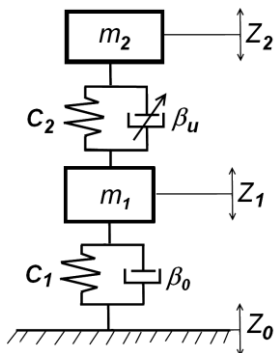


Рис.1 Расчетная схема двухмассовой системы виброзащиты

Схема на рис.1 содержит подрессоренную  $m_1$  и непрорессоренную  $m_2$  массы, упругие элементы  $C_1$  и  $C_2$ , неуправляемый и управляемый элементы вязкого трения (демпфер) с параметрами  $\beta_0$  и  $\beta_u$  соответственно. Под действием возмущения - перемещения основания  $Z_0$  происходит перемещение  $Z_1$  и  $Z_2$  масс  $m_1$  и  $m_2$  соответственно. Система дифференциальных уравнений, описывающих динамику

двухмассовой системы виброзащиты, представленной на рис.1, имеет вид

$$\begin{cases} m_1 \frac{d^2 Z_1}{dt} + \beta_0 \frac{d(Z_1 - Z_0)}{dt} = C_1(Z_1 - Z_0) + C_2(Z_2 - Z_1); \\ m_2 \frac{d^2 Z_2}{dt} + \beta_1 \frac{d(Z_2 - Z_1)}{dt} = C_2(Z_2 - Z_1). \end{cases} \quad (1)$$

В [1] получены передаточные функции (ПФ), соответствующие дифференциальному уравнению (1) и описывающие динамику виброзащитной системы:

$$W_{\Sigma}(p) = \frac{Z_2(p)}{Z_0(p)} = W_1(p) \cdot \frac{W_2(p)}{1 - W_2(p) \cdot W_3(p)}; \quad (2)$$

$$W_1(p) = \frac{Z_1(p)}{Z_0(p)} = \frac{k_1 \left( \frac{\beta_0}{C_1 + C_2} p + 1 \right)}{\frac{m_1}{C_1 + C_2} p^2 + \frac{\beta_0}{C_1 + C_2} p + 1}; \quad (3)$$

$$W_2(p) = \frac{Z_2(p)}{Z_1(p)} = \frac{\frac{\beta_u}{C_2} p + 1}{\frac{m_2}{C_2} p^2 + \frac{\beta_u}{C_2} p + 1}; \quad (4)$$

$$W_3(p) = \frac{Z_1(p)}{Z_2(p)} = \frac{k_2 \left( \frac{\beta_0}{C_1} p + 1 \right)}{\frac{m_2}{C_1 + C_2} p^2 + \frac{\beta_0}{C_1 + C_2} p + 1}. \quad (5)$$

где  $k_1 = C_1 / (C_1 + C_2)$ ;  $k_2 = C_2 / (C_1 + C_2)$ .

ПФ (2) представляет собой ПФ АСВ по возмущению.

ПФ (4) моделирует динамические свойства управляемого демпфера, ей соответствует структурная схема на рис.2.

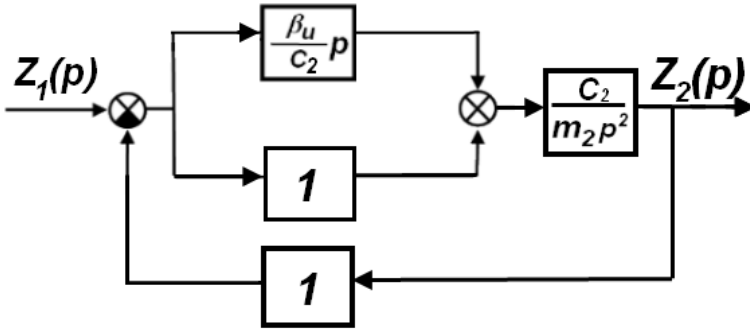


Рис.2 Структурная схема системы

В ПФ (4) параметр  $\beta_u$ , является управляемой переменной, нелинейно зависящей от регулирующего воздействия - напряжения на обмотке катушки магнитореологического амортизатора

При решении задачи синтеза регулятора в замкнутой системе автоматического управления виброзащитой, целесообразно использовать линейную модель АСВ. Для этого необходимо произвести линеаризацию вблизи рабочей точки функции зависимости силы сопротивления управляемого демпфера  $F_u$  от управляемой переменной  $\beta_u$ :

$$F_u = \beta_u \cdot \frac{1}{C_2} p \cdot Z_\delta,$$

$$\Delta F_u(p) = \left( \frac{\partial F_u}{\partial \delta} \right)_0 \Delta Z_\delta + \left( \frac{\partial F_u}{\partial \beta_u} \right)_0 \Delta \beta_u = k_{u0} p \cdot \Delta Z_\delta + k_\delta p \cdot \Delta \beta_u, \quad (6)$$

$$\text{где } Z_\delta = Z_1 - Z_2; \quad k_{u0} = \frac{\beta_{u0}}{C_2}; \quad k_\delta = \frac{Z_{\delta 0}}{C_2}.$$

С учетом ПФ (4) и выражения (6) получена структурная схема управляемого демпфера, представленная на рис.3.

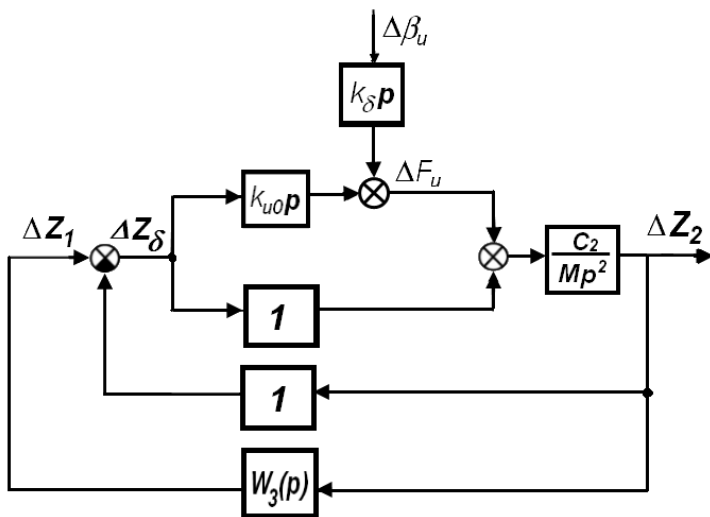


Рис.3 Структурная схема с учетом ПФ (4) и выражения (6)

На основе приведенных дифференциальных уравнений (1) и структурной схемы на рис.3, получена линеаризованная модель двухмассовой системы активной виброзащиты и ПФ АСВ по управляющему воздействию, которые могут быть использованы при исследовании АСВ и синтезе регулятора в замкнутой системе.

#### Библиографический список

1. Рандин Д.Г. Электромеханические системы активной виброзащиты легковых автомобилей на основе вибродемпферов с изменяемым коэффициентом демпфирования [Текст] // Материалы Всероссийской научно-технической конференции с элементами научной школы для молодежи «Проведение научных исследований в области машиностроения». Тольятти, 27-28 ноября 2009 г. В 3-х ч. / под общ. ред. М.М. Криштала. – Тольятти: ТГУ, 2009. – Ч.2. – с. 227-232.
2. Delphi MagneRide. Chassis and steering system. URL: <http://www.motortalk.de/forum/aktion/Attachment.html?attachmentId=691713> (дата обращения 1.02.2012).



## СОДЕРЖАНИЕ

**Секция «Системы управления и автоматизация» ...4**  
стр.

*Ахмедьянов А.Ф., Лебедев К.С., Стрельченко А.В., студенты*

*4-43, рук. Маршалов Е.Д. ст. преподаватель*

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ..... 4 стр

*С.А. Гоголев, студент 5-43, рук. Ю.С. Тверской, д.т.н., проф.*

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ПРОГРАММНОГО  
КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ  
МНОВАРИАНТНЫХ МОДЕЛЕЙ СЛОЖНЫХ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ.....7 стр

*Кондратов А. А., Жилкин Р.А.студенты 5-43,рук. Никоноров А. Н. ст.  
преподаватель*

РАЗРАБОТКА ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА ОПЕРАТОРА  
ЭНЕРГОБЛОКА ТЭС.....11 стр

*Д. В. Лаврентичев, студент 5-43,рук. Ю. С. Тверской, д.т.н., проф.*

РАЗРАБОТКА АСУТП ПАРОГЕНЕРАТОРА  
ЭНЕРГОБЛОКА АЭС.....16 стр

*А. А. Морозов, студент 5-43 рук. Давыдов В. В., к.т.н. доцент*

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ЖИЛОГО ПОМЕЩЕНИЯ С ОТОПИТЕЛЬНЫМИ  
ПРИБОРАМИ.....18 стр

*К. А. Назарова, студентка 5-43 рук. А.Н. Никоноров,  
ст.преподаватель.*

РАЗРАБОТКА АСУТП ПРЯМОТОЧНОГО КОТЛА.....21 стр

*М.А. Румянцева, студентка 4-43,рук. А.Н. Никоноров, ст.преп.*

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ  
ВОЗМУЩЕНИЙ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ  
УПРАВЛЕНИЯ.....24 стр

*П.Н. Смирнов, студент 5-43, рук. Е.Д.Маршалов, ст. преподаватель*

РАЗРАБОТКА АСУТП БЛОКА МОЩНОСТЬЮ 225 МВТ.....27 стр

*Д. А. Соловьева, П. А. Белянкин, студенты 5-43,рук. А.В. Голубев, к.т.н.,  
доцент.*

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ПУСКА БЛОКА.....28 стр

*И.М. Чикунов, студент 5-43, рук. Е.Д. Маршалов, ст. преподаватель*  
РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА АСУТП ЭНЕРГОБЛОКА ЧЕРЕПЕТСКОЙ  
ГРЭС..... 33 стр

**Секция «Численные методы и параллельные  
вычисления» .....38 стр**

*Архипов А.Л., асп., Ясинский Ф.Н., д-р физ.-мат. наук, проф.*  
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ  
ЖИДКОСТИ НА ПЛАТФОРМЕ NVIDIA CUDA.....38 стр

*А.П. Бурухин, маг., рук. С.Г. Сидоров, к.т.н, доцент, Ф.Н. Ясинский, д.ф.-м.н.,  
профессор*  
РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО АЛГОРИТМА  
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАГРУЗКИ В ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ  
СЕТЯХ.....42 стр

*Горовой Н. В., магистр,рук. Ясинский Ф. Н. д. ф.м. н., проф*  
РЕАЛИЗАЦИЯ  
НА OPENCL АЛГОРИТМА, ОПИСЫВАЮЩЕГО ДВИЖЕНИЕ  
МОЛЕКУЛЯРНЫХ СИСТЕМ.....53 стр

*Е. Н. Есаков, маг., рук. Ф. Н. Ясинский, д.ф.-м.н., проф.*  
ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ  
ДВИЖЕНИЯ НЕФТЯНОГО ПЯТНА ПО ВОДНОЙ  
ПОВЕРХНОСТИ.....58 стр

*И.А. Закурин, маг; рук. Ф.Н. Ясинский, д. ф.-м. н., проф.*  
РЕАЛИЗАЦИЯ НА СУПЕРКОМПЬЮТЕРЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ  
ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА В БОЛЬШИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ  
ПОМЕЩЕНИЯХ.....63 стр

*В.Б. Краснов, маг, рук. Ф.Н.Ясинский д.ф.-м.н., проф.*  
МОДЕЛИРОВАНИЕ НА МНОГОПРОЦЕССОРНОМ  
СУПЕРКОМПЬЮТЕРЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ И ГОРЕНИЯ  
ГАЗОВ .....69 стр

*Кулешов М.А., маг. рук. Чернышѐва Л.П., ст. пр.Ясинский Ф.Н., д.ф.-м.н.,  
проф.*  
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ВЕЩЕСТВА В  
ПОЛЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ.....74 стр

*А. С. Мочалов, асп., рук.: Ф. Н. Ясинский д. ф.-м. н., проф.*  
РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЕ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРИ  
ОБУЧЕНИИ РАСПОЗНАВАНИЮ БОЛЬШОГО КОЛЛИЧЕСТВА  
ОБРАЗОВ.....79 стр

*А. Мухин, студ. магистр.; рук. Л.П. Чернышева, ст. пр.*  
МНОГОПРОЦЕССОРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ  
МНОГОЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ  
ЗАДАЧИ.....83 стр

*Обжерин И.А., науч. рук. д.ф.-м.н., проф. Ясинский Ф.Н.*  
РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЕ ВЫЧИСЛЕНИЙ КРАТНЫХ  
ИНТЕГРАЛОВ ПО ТЕХНОЛОГИИ CUDA..... 87 стр

*Осинин Р.А. рук. д.ф.м. проф. Ясинский Ф.Н*  
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТАЯНИЯ ЛЬДА.....90 стр

*Харитонов Д.П.,рук. Ясинский Ф.Н. проф., д.ф.-м.н.*  
О РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИИ РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ  
ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ , ЗАДАННЫХ РАЗРЕЖЕННОЙ  
МАТРИЦЕЙ .....94 стр

**Секция «Разработка информационных систем  
и программ компьютерной  
графики» .....99 стр**

*А. А. Амирбеков, студ., рук. С. В. Косяков, д-р техн. наук*  
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ  
РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАЗМЕЩЕНИЯ В ГИС.....99 стр

*Закатов А.В., аспирант каф. ПОКС, рук. Косяков С.В. д.т.н., проф.*  
ПЕРСПЕКТИВЫ ИНТЕГРАЦИИ АГЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ  
СИСТЕМ.....102 стр.

*Е.Е. Игнатъева, аспирант каф. ПОКС, рук. И.Д. Ратманова,  
д-р техн. наук, доцент*  
СИСТЕМА МОНИТОРИНГА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЗА.....104 стр.

*Прокудин А.В., студент 5-41,рук. Косяков С.В. д.т.н, профессор*  
РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ И ИНСТРУМЕНТОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
ИГР И ПРИЛОЖЕНИЙ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ  
.....107 стр.

*Кабанова Д.С., Коровин И.Д. студенты 4-41 рук. Филатов Е.Ю..*  
СОЗДАНИЕ НОТНОГО РЕДАКТОРА ДЛЯ ПЛАНШЕТНЫХ  
КОМПЬЮТЕРОВ..... 111 стр.

*К.А. Жидовинов, студ.; рук. С.В. Косяков д.т.н., проф.*

ОПТИМАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ С  
УЧЕТОМ ВРЕМЕННЫХ ОКОН..... 112 стр.

*Фролов А.А., студент 4-42, рук. Кокин В.М. к.т.н., доц. Карпов М.А.  
м.н.с.*

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ИНТЕРАКТИВНОЙ РАБОТЫ  
С ТРЕХМЕРНОЙ ГРАФИКОЙ

В ВЕБ-БРАУЗЕРЕ..... 114 стр.

*Карцев М. С. студент, ПИ-42<sup>х</sup> рук. Милосердов Е.П. к.т.н., доцент;*  
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОИСКА РАЦИОНАЛЬНОЙ  
КОНФИГУРАЦИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ  
МЕТОДОВ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

И СИНТЕЗА..... 115 стр.

*Дмитриев А.С., студент 3-42, Грищенко К.С., студент 3-42, рук.  
Милосердов Е.П. - к.т.н., доцент.*

ПРОГРАММА ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
АКТИВНЫХ ЗОН ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ..... 119 стр.

**Секция «Информационные технологии в  
управлении»** ..... 124 стр.

*Е.С. Солдатов, асп.; рук. А.А. Белов к.т.н., доц.*

КОРПОРАТИВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ  
ЗНАНИЯМИ..... .. 124 стр.

*Е.С. Солдатов, асп.; рук. А.А. Белов к.т.н., доц. (ИГЭУ, г. Иваново)*  
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ФОРМИРОВАНИЯ  
ХРАНИЛИЩА ЗНАНИЙ КОМПАНИИ..... 128 стр.

*Жидкова Т.П., студ.; рук. А.А. Белов, к.т.н., доц*  
 МЕТОДИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ОЦЕНКИ  
 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ..... 132 стр.  
*Жидкова Т.П., студ.; рук. А.А. Белов, к.т.н., доц.*  
 ЭЛЕКТРОННЫЕ БАЗЫ ВЕДЕНИЯ И РАЗВИТИЯ УЧЕБНО-  
 МЕТОДИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ..... 134 стр

*Мартыненко М., Ковалев Д.Е. студ.; рук. Баллод Б.А., к.т.н. доц.*  
*(ИГЭУ, Иваново)*

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ «E-LEARNING» И  
 «CLOUD COMPUTING» В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ..... 138 стр

*Гладышева Ю.А., студ. рук. А.А. Белов, к.т.н., доц (ИГЭУ, Иваново)*  
 ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ  
 ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА..... 142 стр

*Шаронов Н.О., студ. гр. 4-45, рук. Баллод Б.А (ИГЭУ, г. Иваново)*  
 АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ  
 ПО ПРИКЛАДНОЙ ИНФОРМАТИКЕ..... 145  
 стр

*Рудаков Н.В., студ.; рук. Т.В. Гвоздева, ст. преп., (ИГЭУ, г. Иваново)*  
 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
 СОТРУДНИЧЕСТВОМ  
 ..... 148 стр

*А.В. Романова, асп., рук.: к.э.н., доц. А.Ю. Журавлев (ИвГУ)*  
 УПРАВЛЕНИЕ ЭКОНОМИКОЙ РЕГИОНА  
 С ПОМОЩЬЮ ИТ (НА ПРИМЕРЕ ИВАНОВСКОЙ  
 ОБЛАСТИ) ..... 154 стр

*С.М. Лапшин, асп.; рук. С.М. Голяков (ИвГУ, г. Иваново)*  
 ПРОБЛЕМЫ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ ..... 156 стр  
*М.В. Лыкова, студ., рук. А.А. Белов, к.т.н. доц.*

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ДОКУМЕНТНОЙ  
 СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ  
 ..... 160 стр

*Г.Д. Мелега, студ., рук. А.А. Белов, к.т.н. доц.*  
 КОРПОРАТИВНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ В УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ  
 ДЕЯТЕЛЬНОСТИ..... 166 стр

*М.В. Лыкова, Г.Д. Мелега, студ., рук. А.А. Белов, к.т.н. доц.*  
 ОСОБЕННОСТИ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
 ДОКУМЕНТАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТЫ  
 РЕГИОНАЛЬНОГО  
 ПРАВИТЕЛЬСТВА..... 170 стр

<i>А.С. Голяков, асп.; рук. С.Л. Денисов, к.э.н., профессор (ИвГУ, г. Иваново)</i>	
ОСОБЕННОСТИ МАРШРУТИЗАЦИИ ПОСТАВКИ МТР...	172 стр
<i>В.В. Тихонов студ. рук. Баллод Б.А. к.т.н, доц., (ИГЭУ, Иваново)</i>	
ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА.....	175 стр
<i>Жафяров Р.Ш., студ.; рук. Журавлев А.Ю. к.э.н., доц. (ИвГУ, Иваново)</i>	
ПРИНЦИПЫ ОПЕРАТИВНОЙ МНОГОМЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ.....	180 стр
<i>В.В.Гурбатова, студ.;, рук. Б.А.Баллод, к.т.н., доц. (ИГЭУ, г. Иваново)</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО СПРОСА В ТОРГОВОЙ СЕТИ.....	187 стр
<i>Архангельская Е.Л. студ., рук. Н.Н. Елизарова к.т.н., доц. (ИГЭУ, г. Иваново)</i>	
АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ.....	192 стр
<i>Т.С. Малыгина, студ., рук. Н.Н. Елизарова к.т.н., доц. (ИГЭУ, г. Иваново)</i>	
ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ СКЛАДА НА ОСНОВЕ АВС-XYZ АНАЛИЗА.....	196 стр
<i>Ковалев Д.Е. , студ., Ковалева И.Б., рук. Б.А.Баллод к.т.н., доцент (ИГЭУ, г. Иваново)</i>	
РАЗРАБОТКА ВИЗУАЛИЗАТОРА ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИАГНОСТИКИ .....	201 стр
<i>Е.В. Махмудова, студ., рук. Елизарова Н.Н, к.т.н., доц. (ИГЭУ, г. Иваново)</i>	
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ ТОРГОВОЙ ФИРМЫ.....	203 стр
<i>К.О. Зайцева, студ., рук. Т.В. Гвоздева, ст.пр., (ИГЭУ, г. Иваново)</i>	
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОРТАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ДОУ.....	208 стр
<i>Григорьева О.В. студ., рук. Елизарова Н.Н., к.т.н, доцент. (ИГЭУ)</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОЕКТОВ.....	213 стр
<i>Д.А. Кузнецова, студ.; рук. ст. пр. А.В. Романова( ИвГУ)</i>	
ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЫ	

ГРАЖДАНИНА.....	217 стр
<i>Н.Е.Зайцева, студ.; рук.А.Ю.Журавлев, к.э.н., доцент (ИвГУ, г.Иваново)</i>	
ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ВНЕДРЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ВРМ-РЕШЕНИЙ.....	219 стр
<i>А.В. Ерофеева, Е.Е. Майорова, студ., рук. Д.О. Сонин, ст. пр., (ИГЭУ, г. Иваново)</i>	
МЕТОДИКА ВЫБОРА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТАМИ.....	221 стр
<i>О.А. Киселева, студ.; рук. Д.О. Сонин, ст. преп.,(ИГЭУ, г. Иваново)</i>	
ОЦЕНКА НЕПРОТИВОРЕЧИВОСТИ НАЦИОНАЛЬНЫХ И МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ДОКУМЕНТАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	226 стр
<i>Н.А. Кондратенко, студ., рук., Н.Н.Елизарова, к.т.н, доц. (ИГЭУ, Иваново).</i>	
РЕАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИИ АТТЕСТАЦИИ В 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ 8. ....	232 стр
<i>К.В. Соколинская, студ.; рук. Д.О. Сонин, ст. преп.,(ИГЭУ, г. Иваново)</i>	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ ПОРУЧЕНИЙ В СРЕДЕ ЭОС «ДЕЛО».....	237 стр
<i>А.А. Кузнецова, студ. гр. 3-45, рук. Н.Н. Елизарова к.т.н., доц. (ИГЭУ, г. Иваново)</i>	
ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ОТБОРЕ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.....	241 стр

## Секция

<b>«Прикладные задачи математики » .....</b>	<b>240</b>
стр	

*В.В. Кури, студ.; рук. И.Е. Ануфриев к.ф.-м.н., доц. (СПбГПУ, г. Санкт-Петербург)*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАФИКА В ТРАНСПОРТНЫХ ТРЕНАЖЕРАХ.....	246
стр	

*Чаленко Д.С., студ. 5-47, Шарыкин А.П., студ. 4-47  
рук. Пяртли А.С., к.ф.-м.н., доцент*

<b>РАСЧЕТ ПРОГИБА ПРОФИЛЬНОЙ АНИЗОТРОПНОЙ ПЛАСТИНЫ ПРИ ПОСТОЯННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ.....</b>	<b>250 стр</b>
<i>Д.Г.Рандин, аспирант; рук. А.М.Абакумов д.т.н., проф. (СамГТУ, г.Самара)</i>	
<b>УТОЧНЕННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ АКТИВНОЙ ВИБРОЗАЩИТЫ С УПРАВЛЯЕМЫМ ДЕМПФЕРОМ.....</b>	<b>253 стр</b>
<b>СОДЕРЖАНИЕ .....</b>	<b>257 стр</b>