

*Красоткина Ольга Вячеславовна, к.ф.-м.н.,
кафедра Математических методов*

прогнозирования

Представление и анализ сигналов

курс лекций

Лекция 1: Введение



Curriculum vitae

- ❖ кафедра Информационная безопасность, ауд. гл-208
- ❖ Телефоны (рабочий, мобильный): +74872353637, +79156870606
- ❖ E-mail: krasotkina@tsu.tula.ru, ko180177@yandex.ru
- ❖ Название и год окончания вуза: Тульский государственный университет, 2000
- ❖ Специальность (в соответствии с дипломом): магистр техники и технологии по специальности «Автоматизация и управление в технических системах», диплом с отличием
- ❖ Ученая степень: кандидат физико-математических наук
- ❖ Место и год защиты диссертации: Вычислительный центр РАН, 2003
- ❖ Специальность (в соответствии с дипломом о присвоении ученой степени):
- ❖ 05.13.17 – Теоретические основы информатики



Curriculum vitae

- ❖ Занимаемые должности после окончания вуза (с указанием места работы и сроков):
- ❖ аспирант ТулГУ, 2000-2003,
- ❖ ассистент ТулГУ, 2000-2005, доцент 2005-по наст время гг.,
- ❖ докторант ТулГУ 2010 - 2013.
- ❖ Руководитель программы «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации» направления Информатика и вычислительная техника
- ❖ 2008 – по настоящее время старший аналитик-исследователь ЗАО Форексис (www.forecsys.ru).
- ❖ 2011 - по настоящее время доцент кафедры «Интеллектуальные системы» факультет ФУПМ, МФТИ
- ❖ 2013 - по настоящее время старший научный сотрудник , ВЦ РАН



Curriculum vitae

Область научных и педагогических интересов: интеллектуальный анализ данных, дискретная математика, распознавание образов, обучение машин, анализ сигналов и изображений

Ключевые навыки

- ❖ Анализ сложно организованных данных,
- ❖ Построение зависимостей
- ❖ Распознавание образов
- ❖ Анализ сигналов и изображений
- ❖ Проектное моделирование предметной области и математическая формулировка задачи,
- ❖ Прогнозирование



Curriculum vitae

2000 г

Призер всероссийской олимпиады по теории управления (Диплом II степени).

2001 г

Лауреат стипендии президента Российской Федерации.

2002 г.

Лауреат стипендии президента Российской Федерации.

2010 г.

Победитель конкурса на лучший доклад международной конференции Signal and Image Processing and Pattern Recognition 2010, Инсбрук, Австрия доклад «Bayesian estimation of time-varying regression with changing time-volatility for detection of hidden events in nonstationary signals»



Curriculum vitae

Руководство и участие в исследовательских и бизнес-проектах ЗАО Форексис

Альфа-Банк: проект по оптимизации инкассаций

Моделирование процесса инкассаций банкоматов и оптимизация выполнения инкассаций

Альфа-Банк: оптимизация штата работы сотрудников в отделениях

Решение задачи оптимизации штата и расписания работы сотрудников в отделениях на основе информации о потоке клиентов и времени их обслуживания, фиксируемой системой электронной очереди

Система Cash4Cast: методология моделирования процесса инкассации

Разработка методологии моделирования процесса инкассаций и оптимизации этого процесса

Получено авторское свидетельство

Система Goods4Cast: методология моделирования процесса управления запасами

Разработка методологии прогнозирования изменения покупательского спроса во время праздников и маркетинговых акций

Получено авторское свидетельство

ГК «Лама»

В рамках автоматизации процесса управления запасами ГК «Лама» внедрение системы автоматического расчета заказа товара на распределительные центры торговой сети.

Plan4Cast: методология моделирования процесса составления штатного расписания



Curriculum vitae

Руководство и участие в исследовательских научных проектах

Создание комплекса математических методов и алгоритмов распознавания образов в условиях отсутствия априори заданного вектора признаков объектов распознавания

Создание методологии и программно-алгоритмического комплекса для поиска коллекторов нефти и газа в массивных породах на основе совместной интерпретации данных сейсмической разведки и разведочных скважин

Методы и инструментальные средства обучения распознаванию образов в массивах пространственных данных сейсмической разведки для поиска коллекторов нефти и газа в массивных породах с учетом обучающей информации из разведочных скважин

Линейные методы восстановления зависимостей в массивах данных произвольной природы

Методы восстановления нестационарных зависимостей в потоках данных

Методы, инструментальные средства и новая открытая информационная технология построения систем идентификации личности по свободно пополняемому множеству биометрических характеристик

Методы и программное обеспечение интеллектуального анализа данных периодических опросов населения

Методы и программные средства восстановления зависимостей в анализе больших массивов данных



Curriculum vitae

Руководство и участие в исследовательских научных проектах

Создание методологии и программно-алгоритмического комплекса для поиска коллекторов нефти и газа в массивных породах на основе совместной интерпретации данных сейсмической разведки и разведочных скважин

Развитие технологий интеллектуального анализа пар текстовых фрагментов для определения степени выраженности отношения «источник – цитата»

Разработка фундаментальных основ создания систем поиска источников цитирования в квалификационных работах

Линейные методы комбинирования разнородной информации для решения задач анализа массивов данных произвольной природы

Методы и инструментальные средства классификации и распознавания символьных последовательностей разной длины для интеллектуализации анализа аминокислотных последовательностей в базах белковых данных на основе вероятностной модели эволюции

Методы, инструментальные средства и единая информационная технология анализа массивов упорядоченных данных для решения типовых практических задач обработки и распознавания изображений, сигналов и символьных последовательностей

Методы и инструментальные средства динамического мониторинга инвестиционных портфелей

Методы регуляризации обучения в задачах анализа массивов упорядоченных и взаимосвязанных данных



Curriculum Vitae

Руководство и участие в исследовательских научных проектах

Методы согласующей коррекции метрик для задач поиска прецедентов при оценке промышленных рисков

Ациклические марковские модели в задачах обработки упорядоченных массивов данных

Методы выбора уровня сложности модели в задачах восстановления зависимостей между разнородными объектами реального мира

Методы обучения по прецедентам в нестационарных генеральных совокупностях

Алгоритмы оценивания локальных параметров моделей с сохранением неоднородностей в задачах анализа сигналов и изображений

Линейные методы беспризнаковой классификации белков и прогнозирования их биологических свойств на основе концепции общей подпоследовательности фиксированной длины



Curriculum vitae

Постоянный участник всероссийских и международных конференций

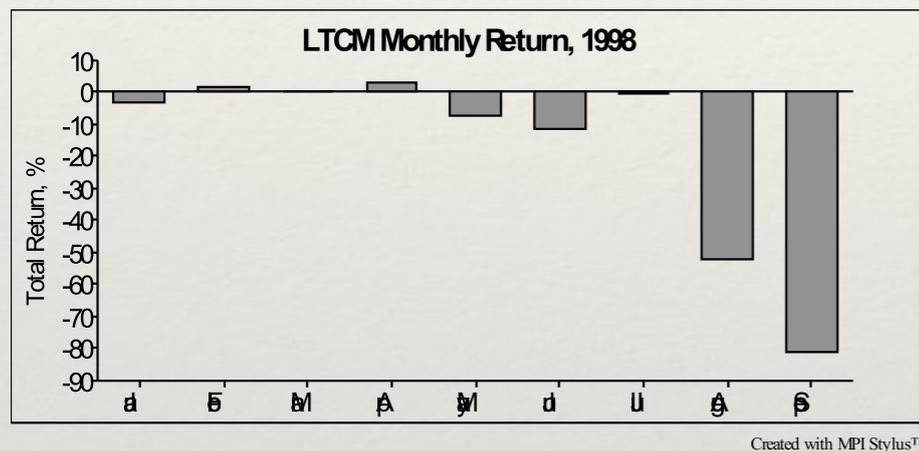
- ❖ Математические методы распознавания образов (ММРО)
- ❖ Интеллектуализация обработки информации (ИОИ)
- ❖ Распознавание образов и анализ изображений (РОАИ)
- ❖ International conference of pattern recognition and application (ICPR)
- ❖ Machine learning and data mining (MLDM)
- ❖ Financial engineering and application (FEA)
- ❖ Signal processing and pattern recognition application (SPPRA)

Опубликовано более 70 работ в том числе более 30 на английском языке

Оценивание скрытой структуры управления инвестиционным портфелем

Исходные данные

Ежемесячная доходность инвестиционного портфеля

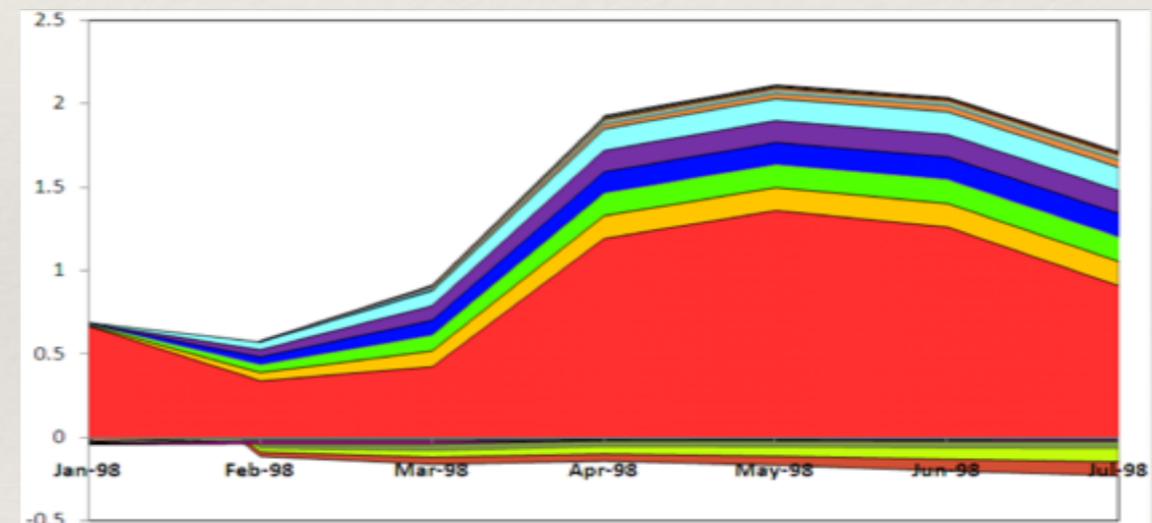


Ежедневная доходность валют

Name	Price	Change	% Chg
BAC	13.78	+0.27	+2.00%
F	17.11	+0.13	+0.77%
DELL	13.32	-0.03	-0.19%
SIRI	3.72	+0.08	+2.20%
MU	12.69	-0.01	-0.08%

Задача:

Определение состава инвестиционного портфеля и инструментов управления им

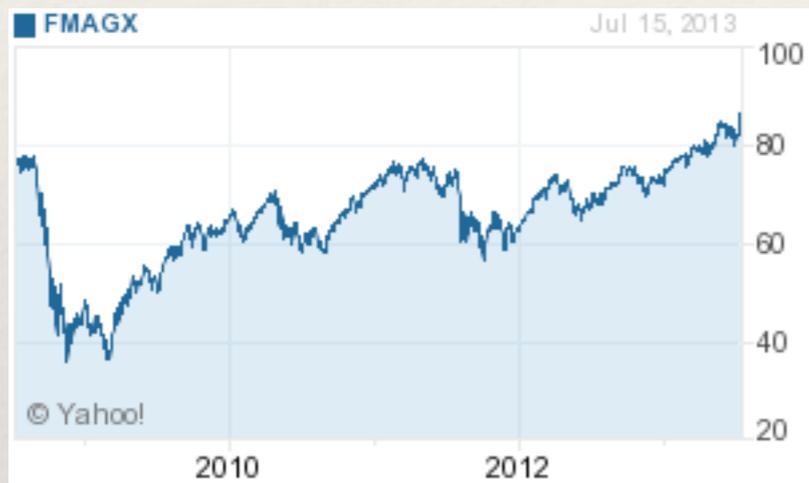


Пример: Анализ стратегии инвестиционного портфеля фонда Long Term Capital Management (LTCM)

Оценивание скрытой структуры управления инвестиционным портфелем

Исходные данные

Ежедневная доходность инвестиционного портфеля

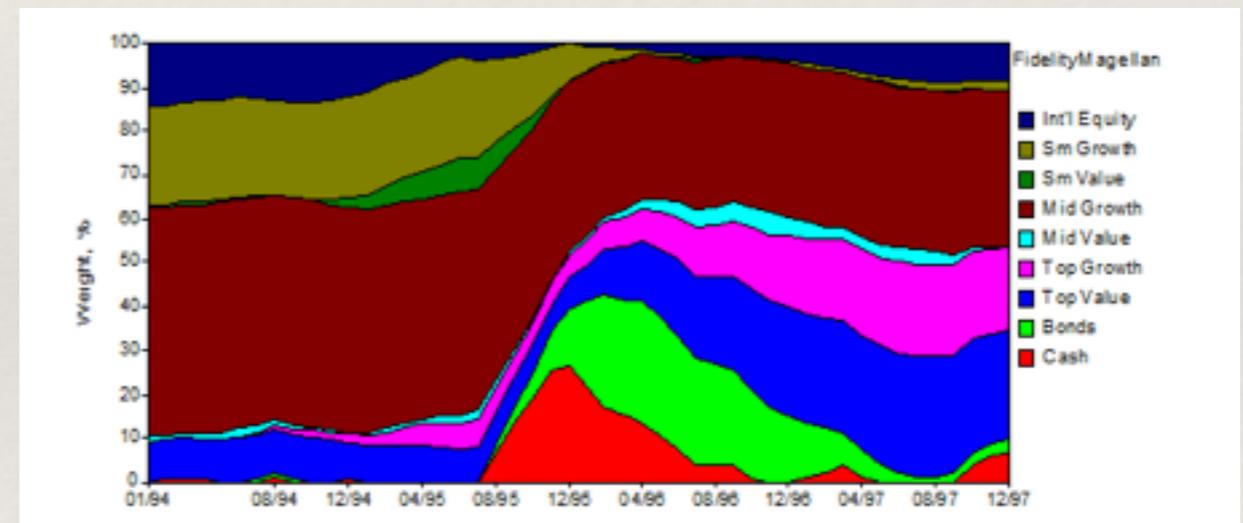


Ежедневная стоимость ценных бумаг

Name	Price	Change	% Chg
BAC	13.78	+0.27	+2.00%
F	17.11	+0.13	+0.77%
DELL	13.32	-0.03	-0.19%
SIRI	3.72	+0.08	+2.20%
MU	12.69	-0.01	-0.08%

Задача:

Динамический анализ стиля инвестирования

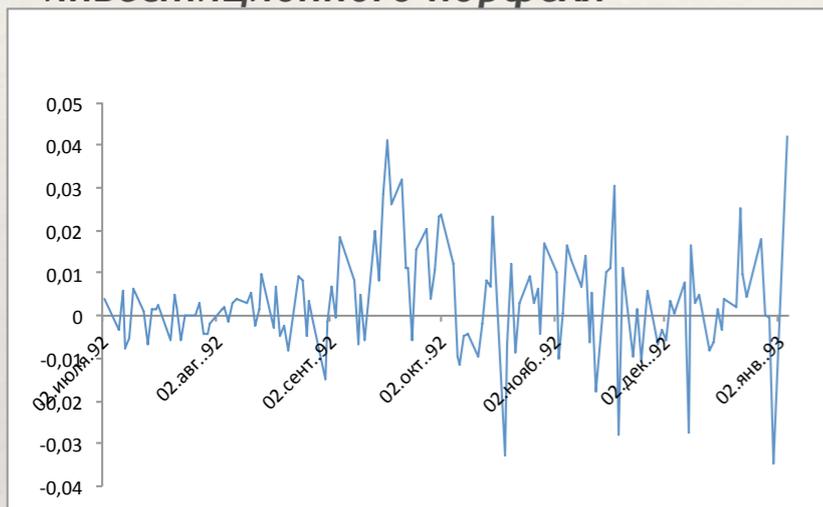


Пример: Fidelity Magellan Fund – крупнейший и наиболее известный паевой фонд США

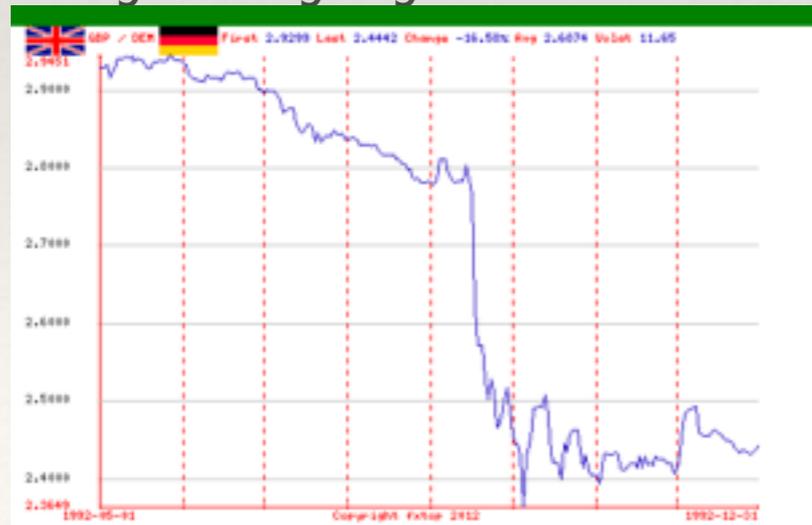
Оценивание скрытой структуры управления инвестиционным портфелем

Исходные данные

Ежедневная доходность инвестиционного портфеля

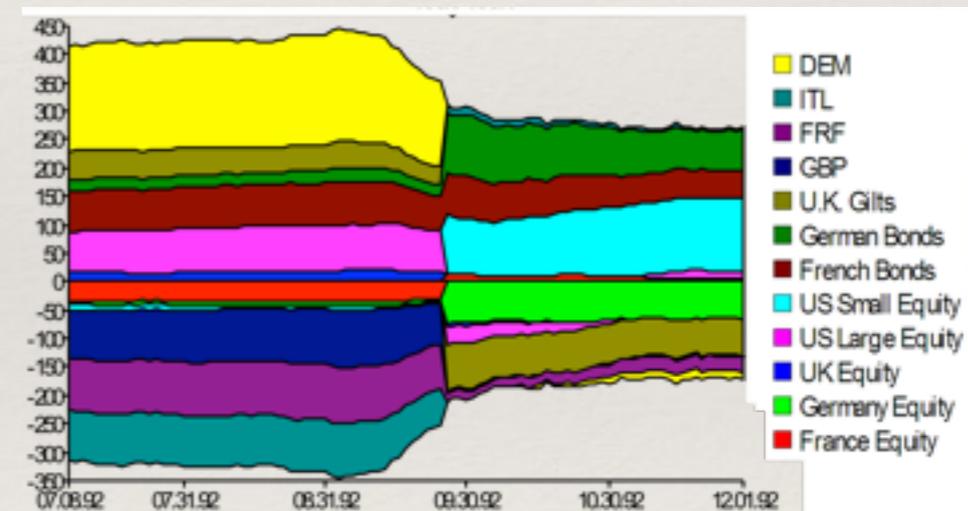


Ежедневная доходность валют



Задача:

Определение моментов резкого изменения стиля инвестирования



Методы и алгоритмы анализа данных неразрушающего контроля рельсового пути и подвижного состава

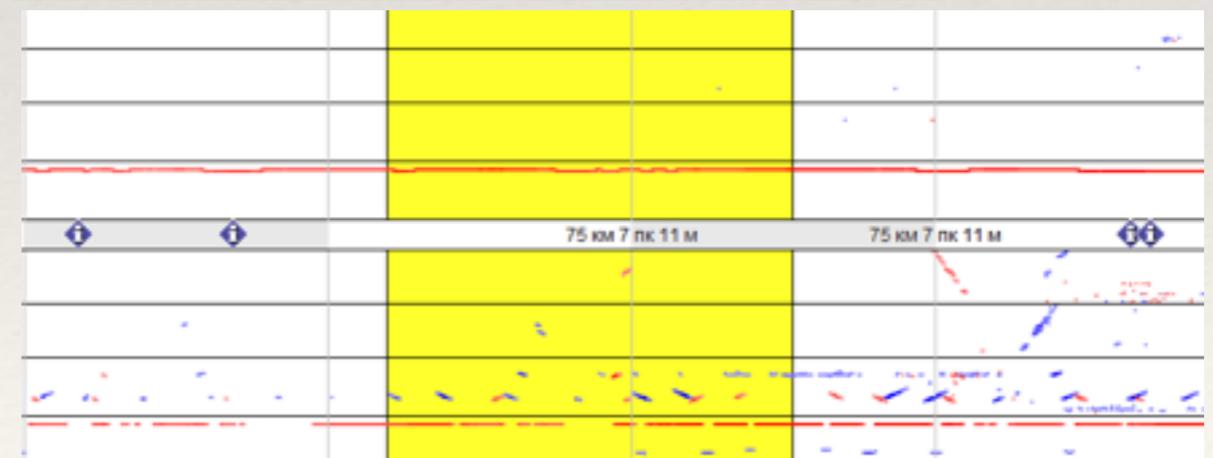
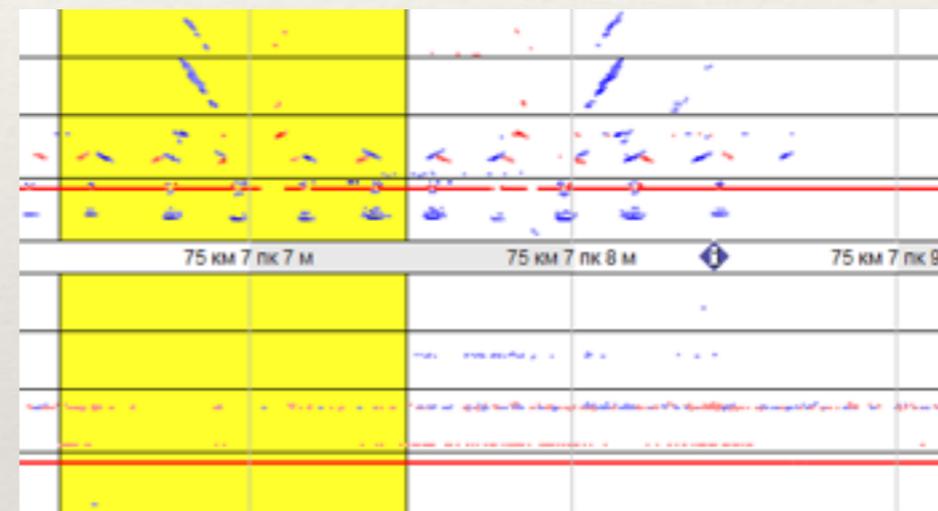
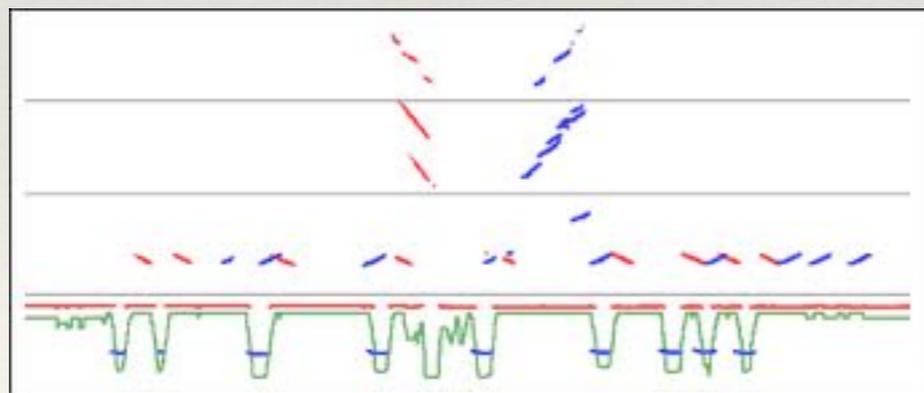
Исходные данные



Задача:

Совмещение дефектограмм от разных проездов одного участка

Ультразвуковые дефектограммы рельсового пути



Методы и алгоритмы анализа данных неразрушающего контроля рельсового пути и подвижного состава

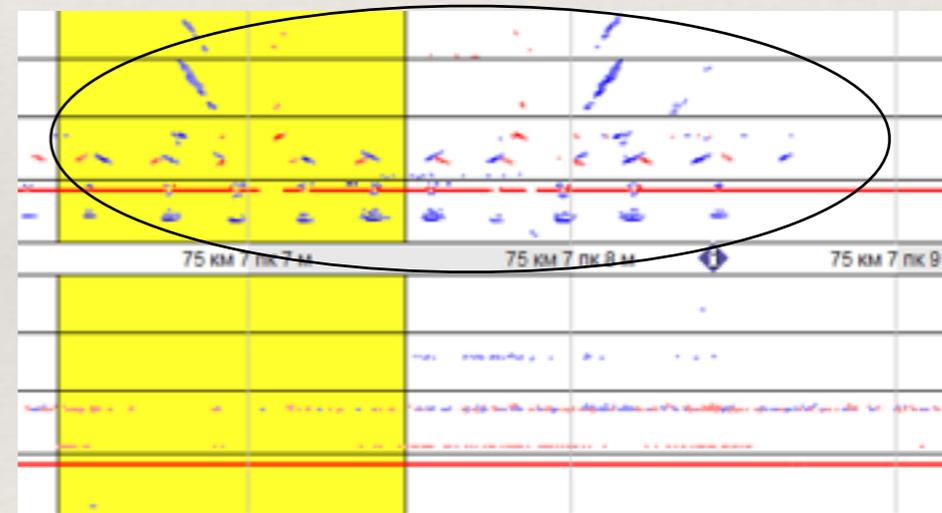
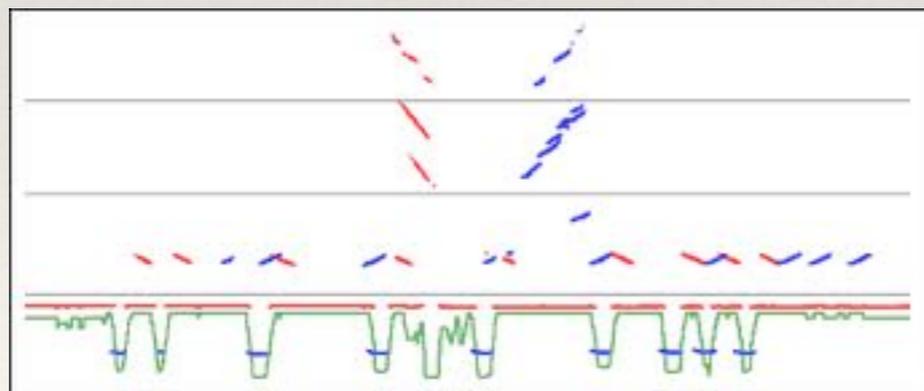
Исходные данные



Задача:

Поиск болтовых и сварных соединений

Ультразвуковые дефектограммы рельсового пути



Методы и алгоритмы анализа данных неразрушающего контроля рельсового пути и подвижного состава

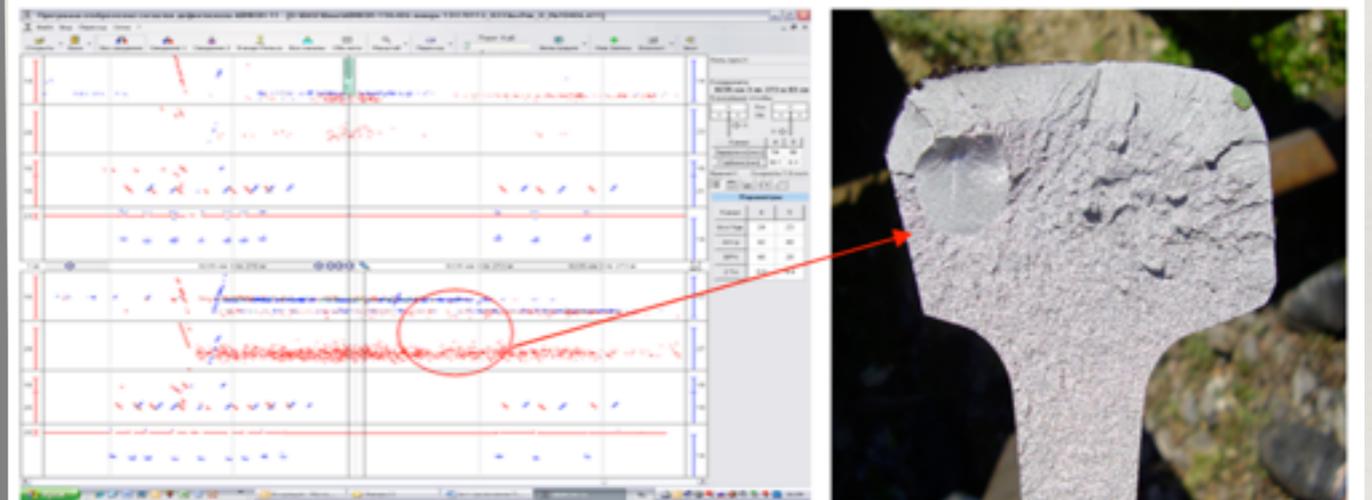
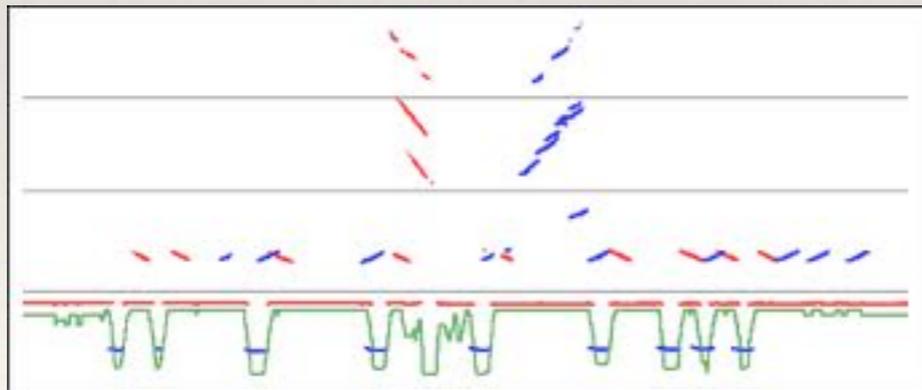
Исходные данные



Задача:

Поиск и классификация дефектов

Ультразвуковые дефектограммы рельсового пути

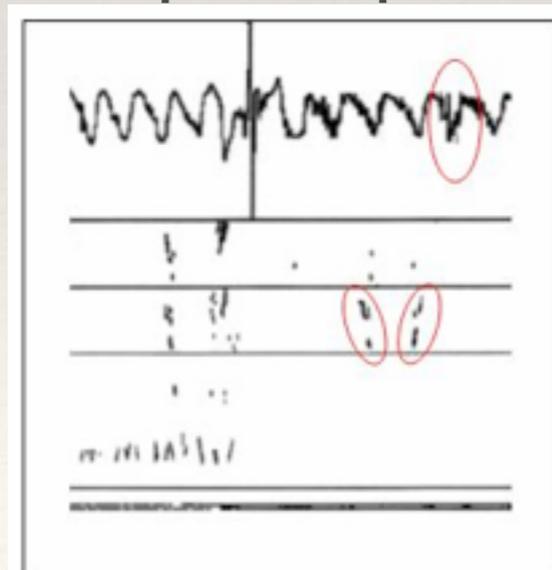


Методы и алгоритмы анализа данных неразрушающего контроля рельсового пути и подвижного состава

Исходные данные

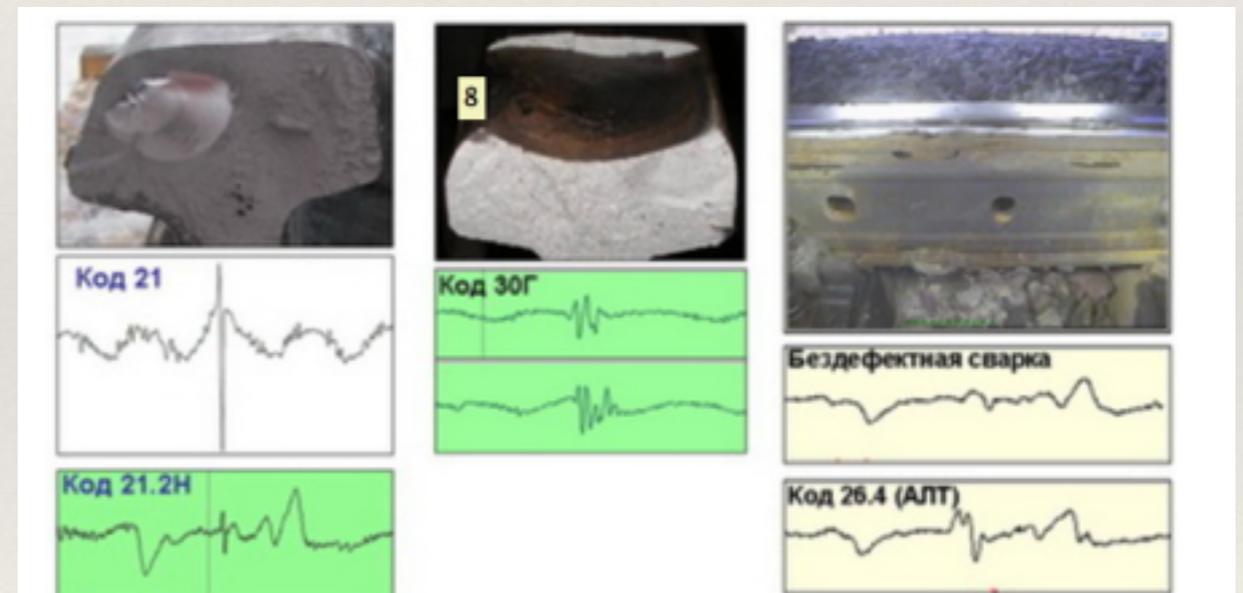


Магнитодинамические
дефектограммы



Задача:

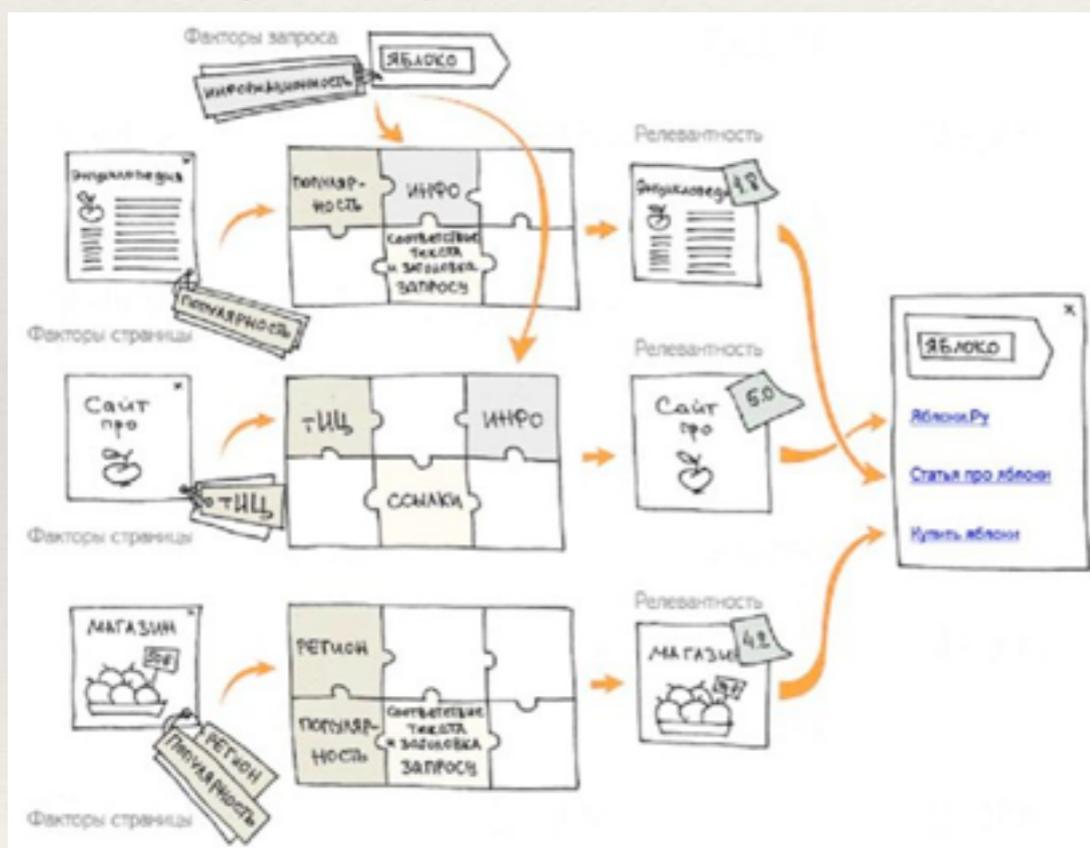
Поиск и классификация
дефектов головки рельсов



Определение порядка сайта в результатах поискового запроса

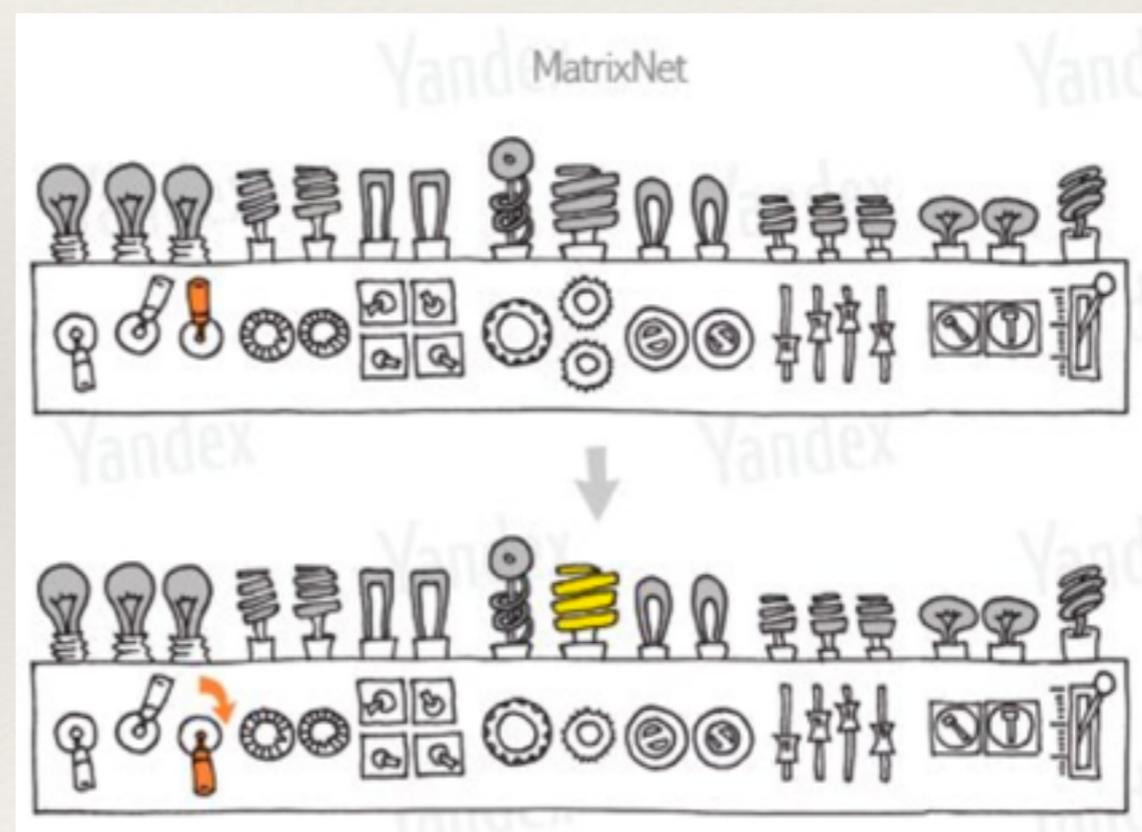
Исходные данные

Пары запрос-документ с измеренными на них характеристиками



Задача

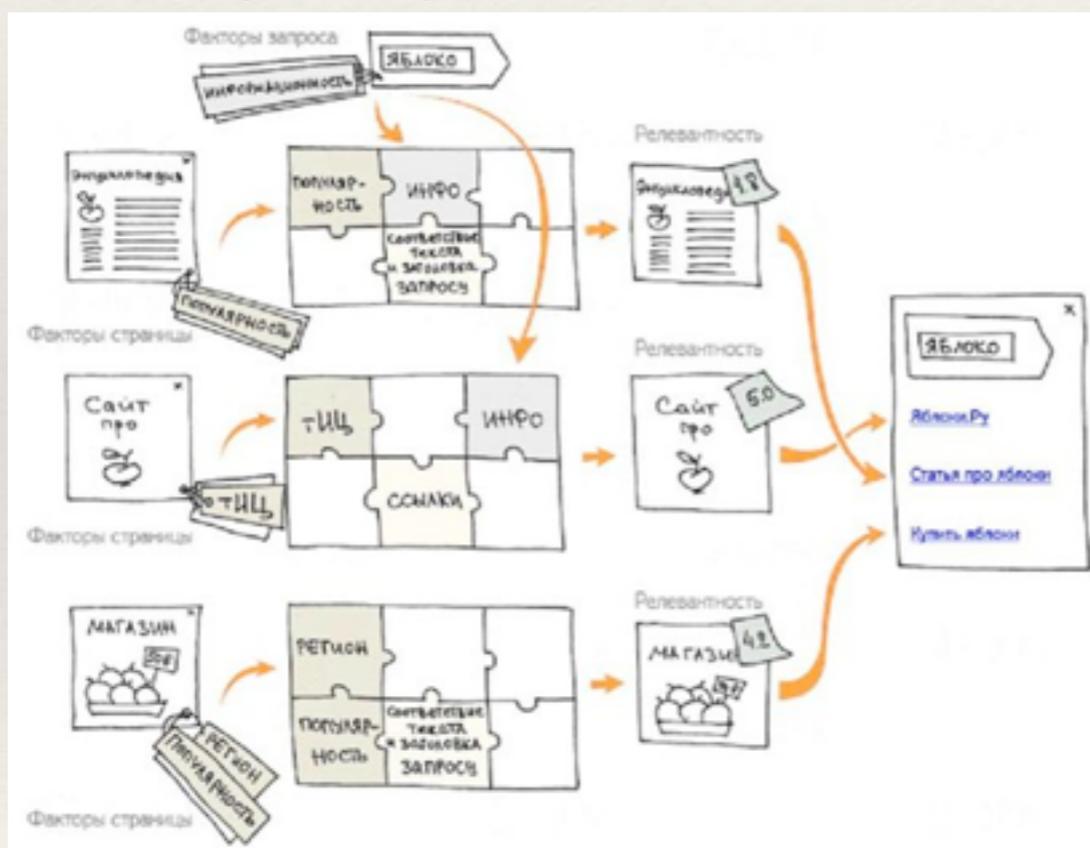
Определение характеристик, влияющих на положение сайта в результатах поискового запроса



Определение порядка сайта в результатах поискового запроса

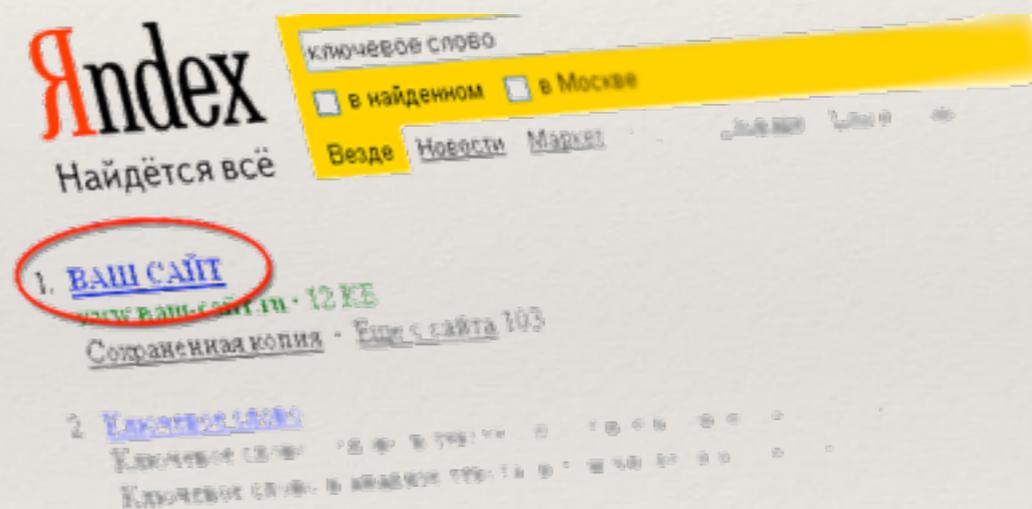
Исходные данные

Пары запрос-документ с измеренными на них характеристиками



Задача

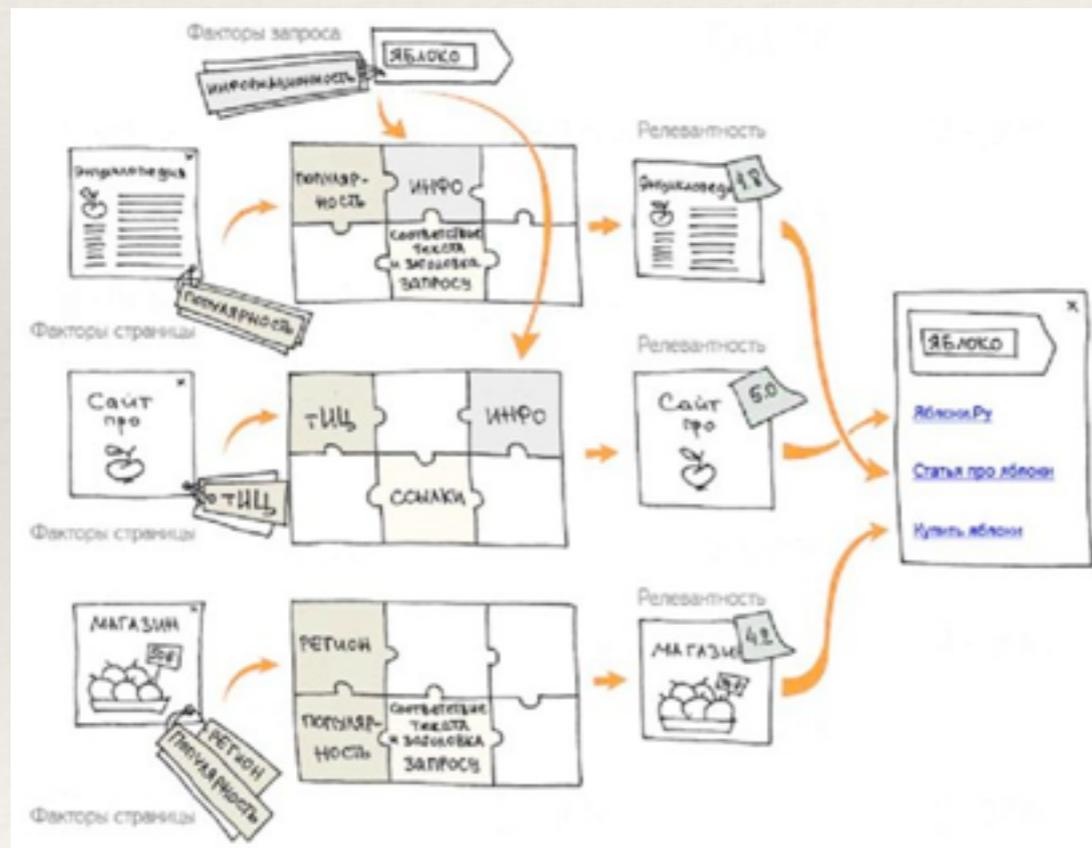
Определение позиции сайта в результатах поискового запроса до проведения индексации



Определение порядка сайта в результатах поискового запроса

Исходные данные

Последовательности пар запрос-документ с измеренными на них характеристиками



Задача

Определение моментов изменения алгоритма ранжирования поисковой машины





Темы практических заданий для студентов

1. Исследования различных моделей формирования мгновенной доходности инвестиционного портфеля (нестационарная регрессия)
2. Задача селективного оценивания коэффициентов многочлена Колмогорова – Габора при восстановлении зависимостей (селективная регрессия)
3. Задача селективной одноклассовой классификации на примере быстрого распознавания дыма в видеопоследовательности
4. Задача ранговой и порядковой регрессии на примере определения порядка сайтов в результатах поискового запроса
5. Обучение распознаванию образов в нестационарной генеральной совокупности на примере задачи фильтрации спам адресов в результатах поискового запроса с отбором признаков
6. Задача распознавания образов с учетом критерия гладкости решающего правила на примере задачи распознавания рукописных символов
7. Модель логистической регрессии с регулируемой селективностью в задаче кредитного скоринга

8. Модель порядковой регрессии с регулируемой селективностью в задаче определения оптимального сегмента маркетинговой активности

Программа курса

- ❖ Лекции (34 часа)
- ❖ Практические занятия (5 часов)
- ❖ Курсовая работа

Программа курса: Лекции

Часть I Представление сигналов

Тема 1. Введение. Прикладные задачи анализа сигналов. Понятие сигнала. Примеры задач анализа сигналов.

Тема 2. Временное представление сигналов. Пространства сигналов. Погружение сигналов в метрическое, линейное и гильбертово пространство. Разложение сигнала по единичным импульсам.

Тема 3. Спектральное представление сигналов. Разложение по гармоническим функциям. Ряды Фурье. Непрерывное преобразование Фурье. Обобщенный ряд Фурье. Свойства преобразования Фурье. Примеры разложения некоторых сигналов. Энергетические спектры сигналов. Недостатки фурье – представления сигналов. Вейвлет –преобразование.

Тема 4. Дискретизация сигналов. Равномерная дискретизация. Дискретизация по критерию наибольшего отклонения. Адаптивная дискретизация. Квантование сигналов. Децимация и интерполяция данных

Тема 5. Дискретные преобразования сигналов. Преобразование Фурье и Лапласа, z-преобразование. Дискретная свертка.

Тема 6. Корреляция сигналов. Автокорреляционные функции. Взаимные корреляционные функции. Спектральные плотности корреляционных функций.

Тема 7 Цифровые фильтры. Рекурсивные и нерекурсивные фильтры. Проектирование дискретных фильтров.

Программа курса: Лекции

Часть II Статистические методы анализа сигналов

Тема 8. Общая структура оператора оценивания сигналов. Скрытая и наблюдаемая компонента сигнала. Классификация задач анализа сигналов. Байесовский подход к оцениванию сигналов. Байесовские оценки для сингулярной и аддитивной функций потерь.

Тема 9. Скрытая марковская модель сигнала. Оценивание скрытого марковского сигнала для сингулярной и аддитивной функций потерь. Задача оценивания праздничного интервала праздничного спроса по историческим данным продаж товара

Тема 10. Параметрические алгоритмы оценивания скрытого марковского процесса. Линейная нормальная модель. Фильтр-интерполятор Калмана-Бьюси. Задача восстановления динамики инвестиционного портфеля на примере хедж-фонда

Тема 11. Оценивание неизвестных параметров скрытой марковской модели. Метод максимального правдоподобия. Численная реализация оптимизационной процедуры. Задача восстановления динамики инвестиционного портфеля при наличии ограничений на примере пенсионного фонда.

Тема 12. Выбор структуры модели сигнала. Информационный критерий Акаике Метод скользящего контроля.

Тема 13. Сохранение локальных особенностей в процессе обработки сигнала. Задача оценивания быстрых изменений в составе инвестиционного портфеля на примере «break the Bank of England by J. Soros»

Программа курса: Практические работы

- ❖ Практическая работа №1. Моделирование сигналов на основе аналитических представлений
- ❖ Практическая работа №2. Изучение методов спектрального анализа
- ❖ Практическая работа №3. Применение весовых окон
- ❖ Практическая работа №4. Спектральная плотность мощности сигналов

Программа курса: Курсовая работа

- ❖ Анализатор звука, обеспечивающий мониторинг акустической картины с целью выявления резкого изменения звуковой картины по сравнению со штатным состоянием, динамическую коррекцию параметров штатного состояния при изменяющихся внешних условиях

Оценка по курсу

Отчетность по курсу

1. Результаты выполнения задания 1 -4 (30 баллов)
2. Курсовая работа (30 баллов)
3. Теоретический экзамен (40 баллов)

Литература

- ❖ Сергиенко, А.Б. Цифровая обработка сигналов : учебник для вузов / А.Б.Сергиенко .— 2-е изд. — М.[и др.] : Питер, 2006 .— 751с. — (Учебник для вузов) .— Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-469-00816-9 /в пер./
- ❖ Солонина, А.И. Основы цифровой обработки сигналов : учеб.пособие / А.И.Солонина [и др.] .— 2-е изд. — СПб. : БХВ-Петербург, 2005 .— 768с. : ил. — Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-94157-604-8 (в пер.)
- ❖ Vetterli M., Kovacevic J., Goyal V. - Основы обработки сигналов
- ❖ Vetterli M., Kovacevic J., Goyal V. - Обработка сигналов в базисе Фурье и вейвлетов
- ❖

Цели курса

- ❖ В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
- ❖ – знать:
- ❖ современное состояние науки, наиболее часто применяемые методы и технологии преобразования и обработки информации в системах цифровой обработки сигналов.
- ❖ – уметь:
- ❖ работать с научной литературой по данной теме, самостоятельно выполнять исследовательскую работу по данной теме.
- ❖ применять методы повышения производительности систем обработки сигналов и увеличения их надежности;
- ❖ – владеть:
- ❖ технологией построения систем цифровой обработки сигналов;
- ❖ использованием стандартных программных средств цифровой обработки сигналов для решения практических задач;