

ЛАБОРАТОРИЯ № 3

***Лаборатория информационных технологий анализа
и защиты данных***

Заведующий лабораторией – д.т.н., проф. Зяблов Виктор Васильевич

Тел.: (095) 299-50-96; E-mail: zyablov@iitp.ru

Ведущие ученые лаборатории:

д.т.н.	Гитис В. Г.	к.ф.-м.н.	Петрова Е. Н.
д.ф.-м.н.	Сорокин В. Н.	к.ф.-м.н.	Пирогов С. А.
к.т.н.	Афанасьев В. Б.	к.т.н.	Сидоренко В. Р.
к.ф.-м.н.	Барг А. М.	к.т.н.	Стенина И. И.
к.ф.-м.н.	Безруков С. Л.	к.т.н.	Трушкин А. В.
к.т.н.	Вайншток А. П.	к.т.н.	Юрков Е. Ф.
к.т.н.	Давыдов А. А.	н.с.	Ващенко Е. А.
к.т.н.	Зигангиров Д. К.	м.н.с.	Витушко М. А.
к.т.н.	Переверзев-Орлов В. С.		

НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:

- помехоустойчивое кодирование и передача информации;
- геоинформационные технологии и системы;
- партнерские системы;
- теория речевого сигнала.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Помехоустойчивое кодирование и передача информации

Исследования 2003 года были посвящены решению следующих задач:

- конструкции, декодирование и границы для сверточных и блочных кодов;
- каскадные коды;
- комбинаторные задачи в векторных пространствах, покрывающие коды;
- дуги, шапки и насыщающие множества в проективных геометриях над конечными полями;
- теория графов.

Продолжены исследования и программная реализация алгоритмов Судана, Судана–Гурусвами для списочного декодирования кодов Рида–Соломона над произвольными конечными полями характеристики два с использованием мягкого декодирования. Проведена модификация и расширены возможности программного комплекса списочного декодирования кодов Рида–Соломона «СУ-ДАН». Обеспечено применение используемых алгоритмов в системе статистического моделирования путем реализации дополнительных функций, таких как моделирование канала связи, заданного матрицей переходных вероятностей, формирование случайных списков символов и их надежности на входе декодера, накопление статистических характеристик. Улучшена работа списочного декодера за счет устранения лишних решений, возникающих из-за особенности алгоритма факторизации многочленов над расширениями конечных полей, и ускорения алгоритма интерполяции и операций в конечных полях с высокой

степенью расширения. Проведено сопряжение комплекса с программной средой Matlab. Это позволяет реализовать моделирование каскадных систем кодирования, включающих списочное декодирование кода Рида–Соломона на заключительном этапе, и произвольное кодирование на предварительном (внутреннем) этапе. Для обеспечения работы алгоритма Судана построен обширный список неприводимых многочленов над конечными полями с основанием $q = 16, 32, 64$.

Совместно с МСП ИТТ на основе системы моделирования и анализа плетеных сверточных (woven) и турбо кодов, разработанной в ИППИ РАН, создан программный комплекс "CODE" для разработки и моделирования каскадных кодовых конструкций, основанных на сверточных кодах. Комплекс представляет собой современный инструмент проектирования систем связи с помехоустойчивым кодированием, который позволяет специалистам-разработчикам систем связи при минимальном объеме знаний в области помехоустойчивого кодирования создавать нужные им корректирующие коды и сравнивать их с другими вариантами, а специалистам-исследователям при минимальных затратах разрабатывать и проводить сравнительный анализ различных перспективных систем кодирования. Программный продукт "CODE" подготовлен к регистрации.

С помощью комплекса "CODE" произведен анализ различных каскадных конструкций на базе сверточных кодов, предназначенных для передачи информации в каналах с низким энергетическим ресурсом, например, для связи с удаленными космическими объектами.

Построены асимптотические оценки вероятности ошибки для каскадных сверточных конструкций с переменной избыточностью, на основании которых разработаны алгоритмы передачи в системе с обратной связью. Выполнено компьютерное моделирование декодеров системы множественного доступа, построенных на адаптивной нейронной сети. Получены оценки вероятности ошибки и скорости адаптации нейронной сети. Построена модель каскадной конструкции с пространственно-временным кодированием (STC) для двух передающих антенн и модуляцией 4-PSK и 8-PSK. Моделирование показало, что в рэлеевском канале предложенная конструкция имеет эффективность, превосходящую эффективность всех до сих пор известных конструкций, сравнимых с ней по сложности.

Исследованы нейросетевые декодеры сверточных кодов на базе многослойной перцептуальной сети и нейросетевые детекторы системы кодового разделения множественного доступа на базе сети Хопфилда. Получены рекомендации по выбору параметров.

Рассмотрены изопериметрические проблемы на ребрах для регулярных графов, новый подход к частично упорядоченным множествам Макулая в теории графов.

Совместно с университетом г. Ульм (Германия) предложен алгоритм поиска списка наилучших путей на кодовой решетке. Алгоритм позволяет универсальным способом с меньшей сложностью получить требуемый список. Исследовано декодирование каскадных кодов, использующее предложенный алгоритм.

Совместно с университетом г. Перуджа (Италия) исследованы конструкции 1-насыщающих множеств в проективных геометриях $PG(n,2)$, связанные с покрывающими кодами в теории кодирования и орбитами стабилизирующих групп. Проведена полная классификация 1-насыщающих множеств в геометриях с $n < 6$. Разработаны новые конструкции полных шапок в двоичных пространствах.

Продолжена кооперация с университетами Германии и Италии в области задач передачи информации и комбинаторных проблем в векторных пространст-

Институт проблем передачи информации РАН

вах. Совместно с университетом г. Ульм (Германия) были изучены новые подходы к списочным алгоритмам декодирования. Совместно с университетом г. Перуджа (Италия) исследованы шапки и насыщающие множества в двоичных проективных геометриях.

ГРАНТЫ:

- **Министерство промышленности, науки и технологий РФ (Госконтракт № 37.053.11.0062):** "Модели и алгоритмы кодирования и сжатия информации". Руководитель проекта В. В. Зяблов, ответственный исполнитель В. Б. Афанасьев.

Геоинформационные технологии и системы

Развивается геоинформационный подход к прогнозированию и анализу пространственно-временных процессов и явлений. Теоретические результаты реализуются в аналитических сетевых геоинформационных технологиях и системах. Основными особенностями технологии являются сетевой доступ к географической информации (ГИ), высокая интерактивность анализа, интуитивно понятный интерфейс и инструментарий для извлечения существенной информации из пространственно-временных данных.

Основные принципы технологии реализованы в двух аналитических сетевых ГИС – ГеоПроцессор и КОМПАС, которые предметно ориентированы на анализ и прогнозирование природных и общественных процессов и явлений. Системы реализованы в архитектуре клиент-сервер на языке Java 1.1. (<http://www.iitp.ru/projects/geo>).

Сетевая аналитическая ГИС ГеоПроцессор (GeoProcessor) предназначена для публикации и комплексного анализа данных о свойствах геологической среды и решения задач геолого-геофизического прогноза (районирование территории по природной опасности, прогноз полезных ископаемых). Система ГеоПроцессор обеспечивает по сети Интернет удаленный доступ к геолого-геофизическим и географическим базам данных и представляет информационные средства обработки, анализа и извлечения существенной информации из пространственных данных. Система ГеоПроцессор помогает оценить свойства среды на основе принципа аналогии с использованием методов принятия решений, базирующихся на правдоподобном выводе: метод сходства с выборкой прецедентов, метод сходства по экспертным высказываниям в конструкциях нечеткой логики, метод функций принадлежности, метод непараметрической регрессии.

Сетевая аналитическая ГИС КОМПАС (COMPASS – Cartography Online Modeling, Presentation and Analysis System) предназначена для представления, моделирования и анализа векторной ГИ. Система поддерживает публикацию многослойной ГИ в Интернет, комплексный интерактивный интуитивно понятный анализ пространственных и пространственно-временных свойств ГИ, интерактивное картографическое представление ГИ. Система КОМПАС ориентирована на поддержку потребностей различных групп пользователей – от непрофессиональных пользователей сети Интернет до поддержки принятия решения на основе представления и интеллектуального анализа ГИ специалистами таких областей как: экономика, социология, демография, экология, политика, бизнес, административное управление.

Созданы демонстрационные базы геолого-геофизических, сейсмо тектонических, социально-экономических и демографических данных для ряда регионов мира. Общий объем данных составляет около 35 МБ. Данные доступны для ин-

терактивного картографического просмотра и анализа с помощью ГИС ГеоПроцессор и КОМПАС. Базы данных использовались для исследования эффективности алгоритмов ГИС ГеоПроцессор и КОМПАС, для представления удаленного доступа к анализу сейсмотектонических данных участникам совместных международных проектов. Экспериментальные результаты подтверждают эффективность ГИС ГеоПроцессор и КОМПАС.

Разработаны методы и алгоритмы прогноза, основанные на комплексном анализе геоданных и объединяющие статистический и логический подходы. Для построения правила прогноза используются два метода, которые дополняют друг друга: индуктивное обучение по прецеденту и вывод логических выражений. При этом получаемый результат имеет эмпирическое подтверждение и вербализован. Методы апробированы на задаче выделения зон возникновения сильных землетрясений и реализованы с помощью сетевой аналитической ГИС ГеоПроцессор, развиваемой в ИППИ РАН.

Международные связи. Продолжалась работа по договору о научно-техническом сотрудничестве с Институтом автономных интеллектуальных систем (AiS) общества Фраунхофера (Германия) "Технология для извлечения существенной информации из пространственно-временных данных о природе и обществе".

Продолжалась интеграция методов систем ГеоПроцессор (ИППИ РАН) с системой Декарт (AiS), разработаны новые методы пространственно-временного анализа сеточных и тематических векторных данных, созданы базы географических, геофизических, сейсмологических и социально-статистических данных.

В начале 2003 г. заключен договор о научно-техническом сотрудничестве с Институтом сейсмологии Министерства образования и науки Казахстана для выполнения проекта «Разработка и применение геоинформационной технологии комплексной оценки сейсмической опасности на территории Казахстана». Проект включен в Российско-Казахскую программу научно-технического сотрудничества.

Продолжалась работа с Институтом прогноза и анализа землетрясений Китайского государственного сейсмологического бюро (ГСБ) в рамках соглашения "Изучение пространственно-временных изменений предвестников полей землетрясений в северной части Северного Китая и их физическая интерпретация" о научно-техническом сотрудничестве РАН с ГСБ (совместно с ОИФЗ РАН).

Полученные результаты докладывались на международных конференциях и семинарах.

При поддержке Минпромнауки РФ системы ГеоПроцессор и КОМПАС экспонировались на Международной выставке информационных и телекоммуникационных технологий CeBit'2003 (Германия). Материалы по системам ГеоПроцессор и КОМПАС включены в каталог программного обеспечения Российской ГИС-Ассоциации.

ГРАНТЫ:

- **Российский фонд фундаментальных исследований: (№ 03-07-90114):** "Сетевая ГИС для интерактивного анализа информации, структурированной по географическим объектам".
- **Министерство промышленности, науки и технологий РФ (Госконтракт № 37.700.11.0142):** "Сетевые геоинформационные технологии и системы для анализа и прогнозирования природных и общественных процессов и явлений".

Партнерские системы

Продолжалось развитие технологий знаний в рамках проекта по созданию интегральной Партнерской Системы (ПС) и новых возможностей применения этих технологий. Основное внимание было уделено исследованию подходов к организации взаимодействия с интегральной базой знаний, приближенного по смыслу к естественно-языковому, распространению технологий ПС на создание активных обучающих систем, созданию Windows-ядра оболочки ПС и исследованию подходов к решению задачи прогнозирования преждевременных родов по результатам анализа некоторых физиологических сигналов.

Одной из важнейших в организации взаимодействия с ПС является проблема согласования языка пользователя с языком внутреннего представления знаний в системе, априорно различных. Сейчас согласование может осуществляться с помощью Базы понятий, где каждому из используемых имен соотносится множество разнородных демонстраций для сущностей этих имен в виде их прецедентов (текстовые описания, изображения, звуковые и видео файлы, мультимедиа, «единицы знаний» и т.п.) Новые принципиальные возможности мы связываем с использованием множественных ассоциаций различных понятий, реализуемых в «пространстве ассоциаций» ассоциативного гиперкуба.

В Windows-ядре прототипа ПС удалось преодолеть ограничения созданной ранее DOS-версии ПС для медицины. Это ядро позволяет поддерживать:

- процесс диалогового накопления данных о больном, необходимых для автоматического порождения полноценной истории болезни, с быстрым и удобным доступом к необходимым в данный момент для врача информационным разделам;
- процесс доступа к разнообразным справочным ресурсам системы, включая мультимедиа;
- процесс порождения гипотез относительно состояния больного, нужных обследования и лечения с учетом его индивидуальных особенностей.

Продолжалась работа по распространению технологий знаний ПС на создание активных обучающих систем, в которых обучающим является творческое изучение исследуемых ситуаций (от языка их описания до знаний, необходимых для корректного решения возникающих проблем). Основным здесь является использование образцов описаний исследуемых ситуаций, решений относительно них, формируемых специалистом и ПС, формальных описаний единиц знания и игровой характер обучения, распространяемый и на методы выявления и формализации уже существующих знаний, а также на методы порождения новых знаний.

ГРАНТЫ:

- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 01-01-01020):** "Развитие методов обработки знаний для создания интегрированной базы знаний многопрофильной клиники".
- **Программа Президиума Российской академии наук "Математическое моделирование и интеллектуальные системы" (Госконтракт № 10002-251/П-16/097-096/310303-035):** "Партнерская система как ядро интеллектуальных систем комплексной поддержки решений специалиста в трудных для формализации областях деятельности".

Теория речевого сигнала

Разработана математическая модель восприятия речи, воспроизводящая основные эффекты, наблюдаемые в системе слухового анализа человека: адаптацию к уровню сигнала, эффекты включения и выключения сигнала, маскировку вперед и назад по времени, латеральное торможение в спектрально-временной области, детектирование амплитудных и частотных модуляций. Исследована способность этой модели к автоматической сегментации речевого сигнала на квазистационарные участки и оценке формантных частот гласных звуков.

Исследовано четыре типа мгновенных и интегральных критериев оптимальности при решении динамической обратной задачи для восстановления траекторий некоторых точек внутри речевого тракта, измеренных на микролучевом рентгенооскопе. Рассматривались критерии работы, полной силы, силы упругого сопротивления и кинетической энергии. Все критерии демонстрируют способность к компенсации ограничения движениям нижней челюсти ("bite-block"), тогда как реорганизация управлений при изменении темпа артикуляции обеспечивается только динамическими критериями оптимальности – полной силы или кинетической энергии. Установлено, что для неречевых движений достаточная точность достигается только при использовании мгновенных критериев оптимальности, а для речевых – только при использовании интегральных критериев.

Качество решения обратной задачи контролировалось путем синтеза гласных и дифтонгов и их сравнения с оригинальными произнесениями. Установлено субъективное сходство звучания синтезированных и оригинальных звуков речи.

ГРАНТЫ:

- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 03-01-00116):** "Исследование динамических обратных задач для речевого тракта".

ПУБЛИКАЦИИ В 2003 г.

Статьи

1. Ващенко Е.А., Витушко М.А., Гащенко А.В., Мачинский А.Н. Диалоговый модуль интегральной ПС // Труды конференции "Современные инфокоммуникационные технологии в системе охраны здоровья", Москва, 13-14 ноября 2003 г. С. 25-26.
2. Ващенко Е.А., Витушко М.А., Стенина И.И., Переверзев-Орлов В.С. Интегральная ПС для комплексной поддержки решений врача // Труды конференции "Современные инфокоммуникационные технологии в системе охраны здоровья", Москва, 13-14. ноября 2003 г. С. 19-21.
3. Гитис В.Г., Долгов И.В., Миронов Д.А. Информационно-аналитические проблемы ситуационных центров // Труды Международного семинара "Распределенные компьютерные и телекоммуникационные сети". М.: ИППИ РАН, Техносфера, 2003. С. 185-192.
4. Леонов А.С., Макаров И.С., Сорокин В.Н. Обучающая фонетическая система // Тезисы 4-й Международной конференции "Фонетика сегодня: актуальные проблемы и университетское образование", 2003. С. 79-80.

5. Леонов А.С., Макаров И.С., Сорокин В.Н., Цыплихин А.И. Артикуляторный ресинтез гласных // Информационные технологии в технических и социально-экономических системах. 2003. Т. 3. № 2. С. 73-92.
6. Леонов А.С., Сорокин В.Н. О вычислении команд управления по движениям артикуляторов // Труды 13-й сессии Российского акустического общества, 2003. С. 89-94.
7. Леонов А.С., Сорокин В.Н. Энергетические критерии оптимальности в речевых обратных задачах // Доклады Академии наук. 2003. Т. 392. № 5. С. 694-699.
8. Макаров И.С., Сорокин В.Н. Резонансы речевого тракта с податливыми стенками и разветвлением // Труды 13-й сессии Российского акустического общества, 2003. С. 84-89.
9. Модели и алгоритмы кодирования и сжатия информации. – Отчет о НИР по Госконтракту № 37.053.11.0062, 2003. Руководитель проекта Зяблов В.В., ответственный исполнитель Афанасьев В.Б., исполнители: Давыдов А.А., Трушкин А.В., Штарьков Ю.М., Вайнцвайг М.Н., Хованский А.В., Хованская М.А., Полякова М.П., Цветков М.А., Сидоренко А.В., Осипов Д.С., Скопинцев О.Д.
10. Репин В.Г., Цыплихин А.И. Определение точной верхней грани ошибок метода наименьших квадратов // Радиотехника и электроника. 2003. Т. 48, № 1. С. 91-99.
11. Сорокин В.Н. Модель многослойного первичного анализа речевых сигналов // Труды 13-й сессии Российского акустического общества, 2003. С. 11-16.
12. Сорокин В.Н., Ижнин А.Н., Цыплихин А.И., Чепелев Д.Н. Артикуляторно-ориентированная система распознавания речи // Труды Международного семинара "Диалог 2003". С. 657-662.
13. Сорокин В.Н., Цыплихин А.И. Аппроксимация распределений малопредставительных выборок // Труды 13-й сессии Российского акустического общества, 2003. С. 95-100.
14. Andrienko G., Andrienko N., Gitis V. Interactive maps for visual exploration of grid and vector geodata // ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing. 2003. V. 57. P. 380-389.
15. Barg A, Blakley G.R., Kabatiansky G. Digital fingerprinting codes: Problem statements, constructions, identification of traitors // IEEE Transactions on Information Theory. 2003. V. 49. No. 4. P. 852-865.
16. Baumgartner B., Bossert M., Zyablov V. On Active Distances for Nonlinear Trellis Coded Modulation // In Proceeding of the 3rd Intern. Symposium on Turbo Codes & Related Topics. Brest, France. Sept. 1-5, 2003.
17. Bezrukov S.L., Das N., Bhattacharya B.B., Menon R., Sarkar A. Permutation routing in optical MIN's with minimum number of stages // Journal of Systems Architecture. 2003. V. 48. P. 311-323.
18. Bezrukov S.L., Elsaesser R. Edge-Isoperimetric problems for powers of regular graphs // Theoretical Computer Science. 2003.
19. Bezrukov S.L., Pfaff T., Piotrowski V.P. A new approach to Macaulay posets // Journal of Combinatorial Theory, Series A. 2003.
20. Davydov A.A., Marcugini S., Pambianco F. On saturating sets in projective spaces // Journal of Combinatorial Theory, Series A. 2003. V. 103, P. 1-15.
21. Fahrner A., Griesser H., Klarer R., Zyablov V.V. Low-Complexity GEL Codes for Magnetic Storage Systems // Submitted to IEEE Trans. On Magnetics. Oct. 2003.
22. Fahrner A., Zyablov V.V., Bossert M. Embedded Codes for Digital Magnetic Recoding. // In Proceeding of the 7th ISCTA. Ambleside, UK, July 13-18, 2003.

23. Freudenberder J., Zyablov V.V. On the Complexity of Suboptimal Decoding for List and Decision Schemes // Proceedings of Workshop Coding and Cryptography. Versailles, France. March 2003. P. 193-202.
24. Gitis V., Andrienko G., Andrienko N., Analytical web GIS for decision support in seismological problem domain // Abstracts of the XXII General Assembly IUGG, Sapporo, Japan, 2003.
25. Gitis V., Sobolev G., Ponomarev A., Kazakov V., Kurskeeva L., Belosliudtsev O. Spatio-temporal geoinformation modeling for exploration of earthquake preparation processes // Abstracts of the XXII General Assembly IUGG, Sapporo, Japan, 2003.
26. Gitis V.G. Geoinformation technologies for analysis of seismotectonic processes // National report to the International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior of the International Union of Geodesy and Geophysics 1999 – 2002. Presented to the XXIII General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics Nevskiy M.V. (Chief Editor), Zavyalov A.D. (Deputy Chief Editor), Gliko A.O., Grachev A.F., Kuznetsov I.V., Ulomov V.I., Khrometskaya E.A. (Scientific Secretary). National Geophysical Committee, RAS, Moscow 2003. P. 42-51. <http://www.wdcb.ru/NGC/NRIASPEI03.html>.
27. Handlery M., Johannesson R., and Zyablov V.V. Boosting the Error Performance of Suboptimal Tailbiting Decoders // IEEE Trans. Communication. V. 48. Jan. 2003. P. 149-161.
28. Leonov A.S, Sorokin V.N. Optimality criteria in inverse problems for tongue-jaw interaction // Proc. EuroSpeech' 2003. P. 2353-2356.
29. Pavlouchkov V., Johannesson R., Zyablov V.V. On the Burst Error Detection and Erasure Correction Capabilities of Convolutional Codes // Proceedings of 2003 IEEE International Symposium on Information Theory, Yokohama, Japan, June 29 – July 4. 2003.
30. Schmidt G., Sidorenko V., Zyablov V., Bossert M. Finding a list of best paths in a trellis. 2003 (препринт).
31. Schmidt G., Zyablov V.V., Bossert M. On Expander Codes Based on Hypergraphs // In Proceeding of 2003 IEEE Intern. Symposium on Inform. Theory, Yokohama, Japan, 2003 June 29 – July 4.
32. Sorokin V.N. Some coding properties of speech // Speech Communication. 2003. V. 40. No. 3. P. 409-423.
33. Vaschenko E., Vitushko M., Pereverzev-Orlov V. Potentials of Learning on the Basis of Partner System // Pattern Recognition and Image Analysis". 2004. V. 14. No. 1. P. 84-91.

В печати

1. Баден П., Макаров И.С., Сорокин В.Н. Алгоритм вычисления площадей поперечных сечений речевого тракта // Акустический журнал.
2. Гитис В.Г., Андриенко Г.Л., Андриенко Н.В. Исследование сейсмологической информации в сетевых аналитических ГИС // Физика Земли.
3. Гитис В.Г., Ермаков Б.В. Основы пространственно-временного прогноза в геоинформатике // Принято на конкурс научных публикаций РФФИ. 25 п.л.
4. Гитис В.Г., Петрова Е.Н., Пирогов С.А. Модель локального взаимодействия компонент геоэкологической структуры // Информационные процессы. 2003.
5. Макаров И.С., Сорокин В.Н. Резонансы речевого тракта с податливыми стенками и разветвлением // Акустический журнал (принято к публикации).
6. Сорокин В.Н., Чепелев Д.Н. Модель первичного анализа речевых сигналов // Акустический журнал (принято к публикации).

7. Barg A., Kabatiansky G. A class of i.p.p. codes with efficient identification // Journal of Complexity (Special issue devoted to H. Niederreiter).
8. Barg A., Zémor G. Concatenated codes: Serial and parallel.
9. Barg A., Zemor G. Error exponents of expander codes under linear-time decoding // SIAM Journal of Discrete Mathematics.
10. Baumgartner B., Jordan R., Bossert M., Zyablov V.V. On Something Obvious and Irrelevant for Trellis Coded Modulation // To be presented on 5th Intern. ITG 2004 Conference, Jan. 14-16, 2004.
11. Bezrukov S.L. Discrete extremal problems // Invited article, Big Russian Encyclopedia.
12. Davydov A.A., Faina G., Pambianco F. Constructions of Small Complete Caps in Binary Projective Spaces // Designs, Codes and Cryptography.
13. Davydov A.A., Marcugini S., Pambianco F. Complete caps in projective spaces $PG(n,q)$ // Journal of Geometry.
14. Davydov A.A., Marcugini S., Pambianco F. Linear codes with covering Radius 2,3 and saturating sets in projective geometry // IEEE Transactions on Information Theory.
15. Fahrner A., Griesser H., Klarer R., Zyablov V.V. Generalized Error-Locating Codes for Magnetic Storage Systems. // to be presented on 5th Intern. ITG 2004 Conference, Jan. 14-16, 2004.
16. Fahrner A., Griesser H., Klarer R., Zyablov V.V. Low-Complexity GEL Codes for Magnetic Storage Systems // To be presented on 9th joint MMM-Intermag Conference, Anaheim, California. Jan. 5-9 2004.
17. Leonov A.S., Sorokin V.N. Controls in the internal model: Score reorganization and compensation // Pattern Recognition and Image Analysis.