

**Российская академия наук**

**ИНСТИТУТ  
ПРОБЛЕМ  
ПЕРЕДАЧИ  
ИНФОРМАЦИИ**

**(ИШПИ РАН)**

---

**КРАТКИЙ ОТЧЕТ  
О НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
В 2002 ГОДУ**

---

**Москва  
2003**

## **ДИРЕКЦИЯ ИППИ РАН**

**Директор Института**  
*академик, д.т.н., профессор*  
**КУЗНЕЦОВ НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ**  
Тел.: (095) 209-42-25  
E-mail: [director@iitp.ru](mailto:director@iitp.ru)

**Заместитель директора**  
*д.т.н., профессор*  
**ВИШНЕВСКИЙ ВЛАДИМИР МИРОНОВИЧ**  
Тел.: (095) 200-33-38  
E-mail: [vishn@iitp.ru](mailto:vishn@iitp.ru)

**Заместитель директора**  
*к.ф.-м.н.*  
**ВЕНЕЦ ВЛАДИМИР ИОСИФОВИЧ**  
Тел.: (095) 209-22-35  
E-mail: [venets@iitp.ru](mailto:venets@iitp.ru)

**Ученый секретарь**  
**БАРИНОВА НАТАЛЬЯ ЕВГЕНЬЕВНА**  
Тел.: (095) 299-54-91  
E-mail: [barinova@iitp.ru](mailto:barinova@iitp.ru)

**Ученый секретарь по международным связям**  
*к.филос.н.*  
**ГРЕЧИШКИНА НАТАЛЬЯ АЛЕКСАНДРОВНА**  
Тел./Факс: (095) 209-05-79  
E-mail: [ovs@iitp.ru](mailto:ovs@iitp.ru)

**Почтовый адрес:**  
127994, Москва, ГСП-4, Большой Каретный переулок, дом 19

**Адрес в сети Интернет:**  
<http://www.iitp.ru>

## ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Институт проблем передачи информации РАН является правопреемником Института проблем передачи информации АН СССР, который был создан по инициативе академика А. А. Харкевича (1904-1965 гг.) для решения задач развития теории передачи информации и ее приложений, разработки принципиальных вопросов единой системы передачи и распределения информации (структуры сетей и узлов связи, коммутации, автоматического управления, теории телетрафика), разработки методов автоматического опознавания (читающие машины, опознавание зрительных образов, опознавание звуков речи). Формальной датой рождения Института является 29 декабря 1961 года, когда было принято Постановление Президиума академии наук СССР № 1144 "О реорганизации Лаборатории теории систем передачи информации АН СССР в Институт проблем передачи информации АН СССР". Этим же постановлением был назначен первый директор Института – академик А. А. Харкевич.

В первые годы существования Института в нем были развернуты исследования по теории передачи информации и теории кодирования, сформулирована и разработана концепция Единой автоматизированной сети связи страны, поставлены новые направления исследований в области теории распознавания образов и обработки изображений. В 1963 году в состав Института была переведена из Института биологической физики АН СССР лаборатория биофизики зрения, чем и было положено начало исследованиям информационных процессов в живой природе.

После смерти академика А. А. Харкевича, с 1966 года по 1989 год директором Института был член-корреспондент АН СССР В. И. Сифоров. В эти годы в Институте были организованы лаборатории сложных информационных систем, цифровых методов обработки информации, цифровой оптики, обучающихся систем организации поведения, компьютерной лингвистики, сетей связи, а также переведены из других учреждений АН СССР лаборатории членов-корреспондентов АН СССР В. С. Гурфинкеля и Л. М. Чайлахяна и лаборатория по проблемам сознания. В Институте сформировался стабильный коллектив высококвалифицированных ученых, который объединил математиков, физиков, биологов, инженеров и лингвистов, ведущих в творческом содружестве фундаментальные исследования по проблемам передачи, распределения, обработки информации и управления в сложных динамических системах.

В 1990 году Институт возглавил академик Н. А. Кузнецов. В настоящее время в составе Института работают 15 лабораторий, 7 секторов, 2 самостоятельных научных отдела, Комитет научной терминологии в области фундаментальных наук и ряд вспомогательных подразделений. Общая численность персонала Института составляет 322 человека, из которых 253 – научные сотрудники (в том числе 3 академика, 74 доктора и 134 кандидата наук). В настоящее время Институт работает в составе Отделения информационных технологий и вычислительных систем РАН.

Институт имеет лицензию на право ведения образовательной деятельности в сфере профессионального образования. При Институте активно функционируют аспирантура, Специализированный совет, принимающий к защите докторские и кандидатские диссертации, а также научно-образовательная ассоциация "Связь – информатика" и Учебно-научный центр им. В. В. Калашникова "Управление информационными процессами". В 2002 году сотрудниками Института защищено пять кандидатских и четыре докторские диссертации.

Финансирование Института осуществляется за счет бюджетных средств, выделяемых Российской академией наук и Министерством промышленности, науки и технологий РФ, а также за счет грантов Российского фонда фундаментальных исследований и ряда других отечественных и иностранных научных фондов. Институт имеет лицензию на издательскую деятельность и является соучредителем двух академических журналов – "Проблемы передачи информации" и "Автоматика и телемеханика", которые широко известны как в нашей стране, так и за ее пределами. Оба журнала переводятся на английский язык и печатаются издательством Plenum Publishing Corporation (США). С октября 2000 года Институт является соучредителем нового электронного журнала "Информационные процессы".

Институт имеет широкие международные связи. Ежегодно действует около 30 договоров о научном сотрудничестве с ведущими университетами и научными центрами многих стран, включая Австралию, Австрию, Болгарию, Великобританию, Германию, Канаду, Корею, Словакию, США, Францию, Чехию, Швейцарию, Швецию и другие страны.

На базе Института функционирует Российское отделение IEEE по теории информации.

Институт организует и проводит всероссийские и международные конференции, симпозиумы и семинары. В 2002 году было проведено два крупных научных форума – Восьмой международный симпозиум по алгебраической и комбинаторной теории кодирования (совместно с Институтом математики и информатики Болгарской академии наук; г. Царское Село, 8-14 сентября 2002 г.), в котором приняли участие более 80 ученых из России, Англии, Болгарии, Бельгии, Голландии, Испании, Италии, Польши, США, ФРГ, Франции, Швеции, Японии, и Международный семинар "Прикладные стохастические модели и информационные процессы" (совместно с Институтом прикладных математических исследований КарНЦ РАН и Петрозаводским университетом; г. Петрозаводск, 8-13 сентября 2002 г), посвященный памяти выдающегося российского математика Владимира Вячеславовича Калашникова (к 60-летию со дня рождения), в котором приняли участие более 60 ученых из России, Беларуси, Бразилии, Германии, Греции, Дании, Италии, Латвии, Нидерландов, Польши, США, Финляндии, Франции, Швеции. Тематика семинара охватывала вопросы устойчивости случайных процессов, включая процессы в современных коммуникационных сетях, эффективные методы имитационного моделирования, случайное суммирование, теорию надежности, а также актуарную и финансовую математику. 12 февраля 2002 года в Институте были проведены Мемориальные чтения, посвященные памяти всемирно известного ученого, члена-корреспондента РАН, д.б.н., профессора Алексея Леонтьевича Бызова.

## **НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И РЕЗУЛЬТАТЫ 2002 г.**

Направления исследований, фундаментальные и прикладные результаты работ сотрудников Института, полученные в 2002 году (вместе со списками основных научных публикаций), приводятся в соответствии с научно-организационной структурой Института.

**ПРЕМИИ, ДИПЛОМЫ И НАГРАДЫ,  
ПОЛУЧЕННЫЕ СОТРУДНИКАМИ ИНСТИТУТА В 2002 г.**

- ИППИ РАН награжден Дипломом II Московского международного салона инноваций и инвестиций за разработку офтальмологического комплекса "Амелия" (г. Москва, ВВЦ, 6-9 февраля 2002 г.).
- ИППИ РАН награжден Золотой медалью II Московского международного салона инноваций и инвестиций за разработку метода дипольной электрокардиотопографии "ДЭКАРТО" (г. Москва, ВВЦ, 6-9 февраля 2002 г.).
- ИППИ РАН награжден Дипломом участника Международной универсальной выставки "Ресурсы, идеи, технологии – взгляд в ЭКСПО-2010" (г. Москва, ВВЦ, 22-25 октября 2002 г.).
- ИППИ РАН награжден Дипломом за участие в I Ежегодной выставке "Медицина, диагностика, профилактика, лечение" (г. Москва, 1-5 ноября 2002 г.).
- ИППИ РАН награжден Дипломом Всероссийского выставочного центра за разработку и внедрение в производство приборов для диагностики и профилактики заболеваний органов зрения на основе принципов исследования критической частоты слияния мельканий "КЧСМ-Д" и "Радуга-3" (г. Москва, ВВЦ, 1 ноября 2002 г.).
- ИППИ РАН и Голубцов К. В. награждены Дипломом и Золотой медалью V Международного салона промышленной собственности "Архимед-2002" (г. Москва, 27-31 марта 2002 г.) за разработку прибора для диагностики зрительных нервов "Амелия".
- Голубцов К. В. награжден Дипломом и медалью лауреата конкурса "Техника – колесница прогресса", проводимого редакцией журнала "Изобретатель и рационализатор" (г. Москва, 28 января 2002 г.).
- Айду Э. А.-И., Голубцов К. В., Орлов О. Ю. и Трунов В. Г. награждены Дипломами почтения и благодарности за активное участие в организации и проведении V Международного салона промышленной собственности "Архимед-2002" (г. Москва, 27-31 марта 2002 г.).
- Голубцов К. В. с соавторами награждены Дипломом за активное участие в форуме и медалью за создание прибора "Радуга-3" на I российско-кипрском форуме "Изобретения и научные открытия в XXI веке" (Кипр, г. Никосия, 24 мая – 2 июня 2002 г.).
- Голубцов К. В. награжден Золотой медалью и Дипломом Международного фестиваля инноваций, знания и творчества "Tesla fest 2002" (Югославия, г. Нови Сад, октябрь 2002 г.) за создание прибора "Радуга-3".
- Голубцов К. В. награжден Дипломом участника Международной универсальной выставки "Ресурсы, идеи, технологии – взгляд в ЭКСПО-2010" (г. Москва, ВВЦ, 22-25 октября 2002 г.).
- Голубцов К. В. с соавторами награждены двумя золотыми медалями на 51-м Всемирном салоне изобретений, научных исследований и промышленных инноваций "Брюссель – Эврика 2002" (Бельгия, г. Брюссель, 3-11 ноября 2002 г.) за разработку прибора для коррекции кровяного давления "Радуга-3" и прибора для диагностики перитонита.
- Голубцов К. В. награжден серебряной медалью за изобретение прибора "Радуга-3" на Сеульской международной выставке "SIIF 2002" (Корея, г. Сеул, 4-8 декабря 2002 г.).

## ЛАБОРАТОРИЯ № 1

### *Лаборатория теории передачи информации и управления*

Заведующий лабораторией – академик, д.т.н., профессор

Кузнецов Николай Александрович

Тел.: (095) 209-42-25, (095) 299-83-54; E-mail: [director@iitp.ru](mailto:director@iitp.ru)

Ведущие ученые лаборатории:

д.ф.-м.н.	Бурнашев М. В.	д.ф.-м.н.	Хасьминский Р. З.
д.ф.-м.н.	Вишик М. И.	д.т.н.	Штарьков Ю. М.
д.ф.-м.н.	Голубев Г. К.	к.ф.-м.н.	Асарин Е. А.
д.ф.-м.н.	Зигангиров К. Ш.	к.ф.-м.н.	Владимиров А. А.
д.ф.-м.н.	Зиновьев В. А.	к.ф.-м.н.	Владимиров И. Г.
д.ф.-м.н.	Козякин В. С.	к.ф.-м.н.	Измайлов Р. Н.
д.ф.-м.н.	Красносельский А. М.	к.ф.-м.н.	Клепцина М. Л.
д.ф.-м.н.	Малютов М. Б.	к.ф.-м.н.	Мартынов Г. В.
д.ф.-м.н.	Пинскер М. Ш.	к.ф.-м.н.	Скоробогатов А. Н.
д.ф.-м.н.	Покровский А. В.	к.ф.-м.н.	Чепыжов В. В.
д.ф.-м.н.	Рачинский Д. И.	к.ф.-м.н.	Черноруцкий В. В.
д.т.н.	Сагалович Ю. Л.	к.ф.-м.н.	Шевердяев А. Ю.

### НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:

- развитие математических моделей, методов и алгоритмов для защиты информации и информационных сетей;
- развитие методов алгебры и теории информации для создания диагностических встроенных систем;
- изучение предельного поведения решений неавтономных уравнений с частными производными; исследование траекторных аттракторов, их структуры, зависимости от параметров; построение интегральных многообразий с экспоненциальными следами;
- методы универсального кодирования источников без памяти по критерию максимальной относительной избыточности;
- сверточные коды; кодовое разделение множественного доступа;
- многоуровневая модуляция;
- асимптотическая теория непараметрического оценивания; параметрическое и непараметрическое оценивание, фильтрация случайных процессов, устойчивость траекторий для Марковских процессов;
- алгоритмическая теория информации;
- методы исследования систем со сложными нелинейностями (гистерезис, запаздывания, эффекты округления и дискретизации);
- асинхронные системы;
- гибридные системы;
- теория колебаний, бифуркации Хопфа, устойчивость;
- оптимизация ресурсов коммуникационных сетей.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Рассмотрены комбинаторные свойства блочных кодов. Перечислены все двоичные расширенные совершенные коды длины 16, которые могут быть получены обобщенной каскадной конструкцией. Всего найдено в точности 285 неэквивалентных таких кодов. Тем самым, перечислены все такие (т.е. двоичные расширенные совершенные коды), имеющие ранг не более 13. В том числе хорошо известный линейный код Хэмминга имеет ранг 11. Имеются 12 таких кодов Васильева с рангом 12. И, наконец, имеется 272 таких кода с рангом 13.

Рассмотрено весовое распределение смежных классов произвольных кодов типа Геталса. Для любого такого кода найдено весовое распределение для смежных классов веса 1, 2, 3, 5 и 6. Случай смежных классов веса 4 открыт. Весовой спектр такого смежного класса однозначно определяется числом лидеров (т.е. числом кодовых слов веса 4).

Это направление имеет интересное продолжение для одного класса тригонометрических сумм над конечными полями характеристики 2, для так называемых сумм Кластермана. Дело в том, что формулы для числа кодовых слов веса 4 (смежных классов  $Z_4$ -линейных кодов Геталса) содержат суммы Кластермана. Использование некоторых естественных свойств симметрии для числа слов веса 4 влекут некоторые ограничения на эти суммы Кластермана. Таким путем получены новые результаты для сумм Кластермана над полями характеристики 2. В частности, получено несколько новых тождеств для сумм Кластермана.

Рассмотрены  $Z_4$ -линейные двоичные нелинейные коды типа Препарата и типа Кердока. Для произвольных кодов такого типа рассмотрены их комбинаторные и алгебраические свойства. В частности, найдены возможные ранги (т.е. размерности линейных оболочек) и ядра (т.е. размерности их стабилизаторов).

Исследовались многочлены над конечными полями с точным максимальным значением модуля тригонометрической суммы. Найдены новые классы таких многочленов над полями четной характеристики. В частности, найдены новые классы таких многочленов, для которых модуль тригонометрической суммы достигает верхней границы Вейля.

Проводилась работа по вычислению характера одного представления группы  $PGL(4)$  заданной над  $p$ -адическим полем. Мы сравнивали его со значением характера подкрученной эндоскопической подгруппой  $GL(2) \times GL(2)$  группы  $PGL(4)$ . Это подтверждает новый нетривиальный случай гипотезы Лангленда.

Изучены траекторные и глобальные аттракторы неавтономных уравнений математической физики с быстро осциллирующими по времени членами. Найдены явные оценки для отклонения глобальных аттракторов ряда уравнений с быстро осциллирующими членами от глобальных аттракторов соответствующих усредненных уравнений. Особое внимание уделено случаям, когда усредненное уравнение имеет глобальный аттрактор простой структуры, например, когда он является конечномерным тором в бесконечномерном фазовом пространстве. Разработанная техника была применена к исследованию глобальных аттракторов 2D системы Навье-Стокса с быстро осциллирующей внешней силой, а также к гиперболическим диссипативным волновым уравнениям.

Найдена асимптотика эpsilon-энтропии эллипсоида в хэмминговом пространстве при возрастании его размерности и решена одна оптимизационная задача, связанная с этой проблемой.

Получены необходимые и достаточные условия асимптотической оптимальности линейных детекторов в задачах обнаружения сигналов со многими пользователями. В частности, показано, что нахождение асимптотически оптимального линейного детектора и вычисление максимальной асимптотической эффективности представляют собой стандартную задачу выпуклого анализа в евклидовом пространстве – нахождение расстояния от точки до выпуклого множества.

Обнаружен эффект очень медленной сходимости в задачах оценки параметра (при вырождающейся фишеровской информационной матрице).

Экспериментальные данные показывают, что вероятность появления нового символа зависит от кодируемого сообщения (файла) и не одинакова внутри файла. Поэтому попытки использования фиксированных выражений для этой вероятности недостаточно успешны. В этих условиях целесообразно использовать адаптивное оценивание вероятности появления нового символа. Следует подчеркнуть, что адаптивный подход хорошо согласуется с матричным методом. Отмечена предпочтительность использования мультиалфавитного матричного кодирования с двоичной декомпозицией символов и адаптивным оцениванием вероятности появления единственного (!) нового символа.

Исследовалась вероятностная теория низкоплотностных сверточных кодов. Получено точное аналитическое выражение для вероятности ошибки декодирования сверточного кода (7, 5) памяти  $m=2$ . Оно представляет собой отношение двух многочленов 64 степени. В дальнейшем результат будет использоваться для вычисления итеративных пределов турбо-кодов с компонентными сверточными кодерами (7, 5).

Исследованы низкоскоростные суперортогональные турбо-коды. Вычислены итеративные пределы кодов и проведено их моделирование. Показано, что коды эффективны в системах связи с кодовым разделением множественного доступа.

Исследовалась теория связи с кодовым разделением множественного доступа (КРМД). Предложен новый метод передачи «вниз» от базовой станции мобильному пользователю в системе КРМД. Метод, названный координацией пользователей, позволяет увеличить число пользователей вдвое.

Построен метод диагностирования древовидной сети процессоров в предположении, что отлична от единицы вероятность отображения на выходе процессора ошибки, которая возникла на его входе

Найдены две простые константы, переход, через которые упомянутой вероятности скачкообразно меняет достоверность диагностики.

Получено новое доказательство одной леммы У. У. Питерсона, свободное от некоторой некорректности.

Разработана библиотека процедур на языке ассемблера DSP ADSP-21160 поддержки фронт-енда (сигнального уровня) ОФДМ модемов.

В поддерживаемой с 1999 года системе кросс-разработки (на основе трансляторов Оберон-2 в С) для 32-битных CPU и 16/32-битных DSP фирмы Analog Devices переработан синтаксис поддержки Гарвардской архитектуры. Соответственно переработаны библиотеки и адаптированы модули библиотек проекта ООС.

Подготовлен пакет процедур идентификации линейных, квазиинвариантных во времени моделей для систем, где входом/выходом служит электромиограмма беременной женщины, а выходом/входом – сердечный ритм плода. Предложен метод анализа, позволяющий обнаружить и локализовать во времени обратную связь в таких системах. Предварительное (из-за недостатка статистических данных) исследование позволяет рассчитывать на надежное распознавание определенных типов предродовых схваток.



Было продолжено исследование разнообразных задач о бифуркациях циклов. Предложены грубые теоремы о существовании глобальных непрерывных ветвей циклов (из нуля в бесконечность) при бифуркациях Андронова–Хопфа, использующие информацию лишь о линейной части системы и о секторных оценках нелинейностей. Разработаны методы исследования бифуркаций в системах без гладкости, в системах с приближенно известными нелинейностями и с нелинейностями, удовлетворяющими секторным ограничениям. Предложены алгоритмы анализа резонансных ситуаций при кратном вырождении линейной части произвольной кратности и эффектов типа отсроченной смены устойчивости при медленном изменении параметров в системах с постоянной линейной частью. Получены новые теоремы о степени отображения в конечномерных пространствах, наделенных слабой алгебраической структурой.

Изучались задачи о периодических колебаниях в системах с гистерезисными нелинейностями сложного типа. Был проведен анализ естественных для таких систем континуумов периодических режимов.

Исследовались новые возможности применения техники сплит-гиперболичности и теории вращения векторных полей к анализу систем с сильными нелинейностями. В частности, были рассмотрены следующие задачи: адаптация методов теории гиперболических систем к анализу систем с негладкими нелинейностями; анализ соотношений между свойствами гиперболичности и сплит-гиперболичности; применение компьютерных вычислений для строгого анализа хаотического поведения в системах физического и экономического происхождения (включая модель Ленга–Кобаяши полупроводниковых лазеров с оптической обратной связью, уравнения Кортевега–де-Фриза в гидродинамике, модели Калдора бизнес-циклов); «дешевые» алгоритмы управления, основанные на идеях сплит-гиперболичности для стабилизации хаотического поведения на заданном периодическом режиме.

Исследовалась символическая динамика разрывных отображений окружности, сохраняющих ориентацию. Получены новые доказательства неопределимости в  $o$ -минимальных структурах задач об ограниченности, сходимости или расходимости бесконечных последовательностей матриц с сомножителями из конечных совокупностей.

Было продолжено исследование свойств бесконечных произведений матриц, взятых в произвольном порядке из конечной совокупности, а также близких вопросов о поведении одномерных динамических систем с разрывной переходной функцией. Исследовалась также динамика жидкостных моделей сетей с очередями, причем основное внимание было уделено вопросам единственности решения. Для этих целей были разработаны новые методы, использующие модели химической кинетики и математического гистерезиса с переменными характеристиками.

К задачам робастного управления в линейных стохастических системах применялись теоретико-энтропийные концепции. Продолжались работы в области гибридных систем. Исследовались новые подходы, основанные на методе ускорения. Разработан новый формализм для описания темпоризованных формальных языков.

Решена задача усреднения для случайных нестационарных параболических операторов. Показана асимптотическая устойчивость оптимального фильтра систем с длинной памятью. Решена задача управления линейными системами с шумами произвольной структуры. Решена задача оценки параметра линейных систем с длинной памятью.

## ГРАНТЫ:

- **Российский фонд фундаментальных исследований, программа "Ведущие научные школы" (№ 00-15-96116):** школа Н. А. Кузнецова.
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 00-01-00266):** "Вероятностные методы в задачах передачи, защиты и обработки информации".
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 00-01-00571):** "Математические методы исследования и информационная устойчивость компьютерного моделирования сложных нелинейных систем управления и передачи информации".
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 01-01-00146):** "Периодические колебания в системах управления".
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 02-01-00227)** "Глобальные аттракторы систем уравнений математической физики, теория возмущений и усреднений".
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 02-01-06577):** грант поддержки молодых ученых.
- **NSF (DMS-9971608):** "Статистическое оценивание и асимптотический анализ" (1999-2002 гг.).
- **PRTL-3** "Параллельные и распределенные вычисления при моделировании и управлении в сложных динамических системах".
- **SC/2000/138** "Метод перевала в анализе сложных нелинейных систем".
- **RFBR и CNRS 00-01-22000a** "Усреднение дифференциальных операторов и случайных процессов в быстроосциллирующих средах, в том числе случайных, и другие асимптотические задачи с микроструктурой".
- **INTAS 99-00559** "Стохастический анализ и смежные вопросы".
- **INTAS 00-899** "Аттракторы уравнений математической физики".
- **Грант CRDF 2343:** "Аттракторы эволюционных уравнений, их приближение и гомогенизация".
- **Австралийский исследовательский совет (A 1002 7063):** "Анизотропные методы фильтрации и управление в стохастических системах".

## ПУБЛИКАЦИИ В 2002 г.

### Опубликованные статьи

1. Зиновьев В.А., Зиновьев Д.В. Двоичные расширенные совершенные коды длины 16, построенные обобщенной каскадной конструкцией // Проблемы передачи информации. 2002. Т. 38. № 4. С. 56-84.
2. Бассалыго Л.А., Зиновьев В.А. О многочленах над конечными полями четной характеристики с максимальными значениями модуля тригонометрической суммы // Математические заметки. 2002. Т. 71. № 2. С. 171-177.
3. Chepyzhov V.V., Vishik M.I. Attractors for Equations of Mathematical Physics // Providence. R.I.: American Mathematical Society. Colloquium Publications. 2002. V. 49. 364 с.
4. Вишик М.И., Чепыжов В.В. Траекторный и глобальный аттракторы 3D системы Навье-Стокса // Математические заметки. 2002. Т. 71. № 2. С. 194-213.

5. Chepyzhov V.V., Vishik M.I. Non-autonomous 2D Navier–Stokes system with a simple global attractor and some averaging problems // *ESAIM: Control, Optimisation and Calculus of Variations*. 2002. V. 8. P. 467-487.
6. Вишик М.И., Фидлер Б. Количественное усреднение глобальных аттракторов гиперболических волновых уравнений с быстро осциллирующими коэффициентами // *Успехи математических наук*. 2002. Т. 57. Вып. 4. С. 75-94.
7. Думер И.И., Пинскер М.С., Прелов В.В. Эпсилон-энтропия эллипсоида в хэмминговом пространстве // *Проблемы передачи информации*. 2002. Т. 38. № 1. С. 3-18.
8. Думер И.И., Пинскер М.С., Прелов В.В. Оптимизационная задача, связанная с вычислением эпсилон-энтропии эллипсоида в хэмминговом пространстве // *Проблемы передачи информации*. 2002. Т. 38. № 2. С. 3-18.
9. Бурнашев М.В., Амари Ш. Об оценивании плотности распределения с относительной энтропией в качестве критерия потерь // *Проблемы передачи информации*. 2002. Т. 38. № 4. С. 85-112.
10. Штарьков Ю.М. Совместное матричное универсальное кодирование последовательностей независимых символов // *Проблемы передачи информации*. 2002. Т. 38. № 2. С. 64-76.
11. Il'in A., Khasminskii R., Yin G. Asymptotic properties of solutions of parabolic equations Arising from transient diffusions // *Acta Mathematicae Applicatae Sinica*. 2002. P. 115-129.
12. Araki S., Ganguly S., Izmailov R., Maeno Y., Suemura Y., Wang T. Hybrid Cross-Connects and Hierarchical Optical Networks // *NEC R&D Journal*. 2002. V. 43. No. 2. P. 133-140.
13. Araki S., Suemura Y., Nishioka I., Ishibashi O., Maeno Y., Izmailov R. Distributed Control Plane Technologies for Flexible and Reliable Optical Mesh Networks and All-Optical Networks // *NEC R&D Journal*. 2002. V. 43. No. 2. P. 128-132.
14. Asarin E., Caspi P., Maler O. Timed Regular Expressions // *Journal of the ACM*. 2002. V. 49. No. 2. P. 172-206.
15. Asarin E., Schneider G., Yovine S. Towards Computing Phase Portraits of Polygonal Differential Inclusions // In C.J. Tomlin and M.R. Greenstreet (Eds.) *Hybrid Systems: Computation and Control*. LNCS 2289. Proceedings of Hybrid Systems: Computation and Control (HSCC). Stanford, USA. Springer. 2002. P. 49-61.
16. Asarin E., Pace G., Schneider G., Yovine S. SPeeDI – a Verification Tool for Polygonal Hybrid Systems // In: *CAV'2002*. LNCS 2404. Proceedings of Computer-Aided Verification. Copenhagen, Denmark. Springer. 2002. P. 354-358.
17. Asarin E., Dang T., Maler O. The d/dt Tool for Verification of Hybrid Systems // In: *CAV'2002*. LNCS 2404, Proceedings of Computer-Aided Verification. Copenhagen, Denmark. Springer. 2002. P. 365-370.
18. Asarin E., Schneider G. Widening the boundary between decidable and undecidable hybrid systems // In: *CONCUR'2002*. LNCS 2421. Proceedings of International Conference on Concurrency Theory (CONCUR). Brno, Czech Republic. Springer. 2002. P. 193-208.
19. Asarin E., Dima C. Balanced timed regular expressions // In: *MTCS'2002*. ENTCS 68. Models for Time-Critical Systems (MTCS). Brno, Czech Republic. 2002. No. 2.
20. Niebert P., Mahfoudh M., Asarin E., Bozga M., Jain N., Maler O. Verification of Timed Automata via Satisfiability Checking. // In: *FTRTFT'2002*. LNCS 2469. Proceedings of Formal Techniques in Real-Time and Fault Tolerant Systems (FTRTFT). Oldenburg, Germany. Springer. 2002. P. 225-244.

21. Diamond P., Vladimirov I. Set-valued Markov chains and negative semitrajectories of discretized dynamical systems // Journal of Nonlinear Science. 2002. V. 12. No. 2. P. 113-141.
22. Diamond P., Kloeden P., Vladimirov I. Mean anisotropy of homogeneous Gaussian random fields and anisotropic norms of linear translation invariant operators on multidimensional integer lattices // CADSMAP Research Report 02-02. The University of Queensland, Australia. 2002. (downloadable from [http://www.maths.uq.edu.au/research/research\\_centres/cadsmap/reports.html](http://www.maths.uq.edu.au/research/research_centres/cadsmap/reports.html)). P. 25.
23. Izmailov R., Ganguly S., Wang T., Suemura Y., Maeno Y., Araki S. Hybrid Hierarchical Optical Networks // IEEE Communications Magazine. 2002. V. 40. No. 11. P. 88-95.
24. Jak E., Vladimirov I. Computing the distribution of polyanionic chains in binary silicate melts on a basis of a random forest model // CADSMAP Research Report 02-01. The University of Queensland, Australia. 2002. (downloadable from [http://www.maths.uq.edu.au/research/research\\_centres/cadsmap/reports.html](http://www.maths.uq.edu.au/research/research_centres/cadsmap/reports.html)). P. 13.
25. Kleptsyna M.L., Le Breton A. A Cameron-Martin type formula for general Gaussian processes – A filtering approach // Stochastics and Stochastics Reports. 2002. V. 72. No. 3-4. P. 229-250.
26. Kleptsyna M.L., Le Breton A. Statistical analysis of the fractional Ornstein–Uhlenbeck type process // Statistical Inference for Stochastic Processes. 2002. V. 5. No. 3. P. 229-248.
27. Kleptsyna M.L., Le Breton A. Extension of the Kalman-Bucy filter to elementary linear systems with fractional Brownian noises // Statistical Inference for Stochastic Processes. 2002. V. 5. No. 3. P. 249-271.
28. Krasnosel'skii A.M., Mennicken R., Rachinskii D.I. Small periodic solutions generated by sublinear terms // Journal of Differential Equations. 2002. V. 179. P. 97-132.
29. Krasnosel'skii A.M., Rachinskii D.I. On a bifurcation governed by hysteresis nonlinearity // Nonlinear Differential Equations and Applications. 2002. No. 9. P. 93-115.
30. Krasnosel'skii A.M., Mennicken R., Rachinskii D.I. Cycle stability for Hopf bifurcation generated by sublinear terms // Mathematische Nachrichten. 2002. V. 233-234. P. 171-195.
31. Красносельский А.М., Рачинский Д.И. О существовании циклов в автономных системах // Доклады РАН. 2002. Т. 384. № 2. С. 161-166.
32. Krasnosel'skii A.M., Kuznetsov N.A., Rachinskii D.I. On resonant differential equations with unbounded nonlinearities // Journal of Applied Analysis. 2002. V. 21. No. 3. P. 639-668.
33. Vladimirov I., Diamond P. Justification of a uniform white-noise model for fixed-point round off errors in digital systems // Automation and Remote Control. 2002. V. 63. No. 5. P. 753-765.
34. Кузнецов Н.А., Кульба В.В., Ковалевский С.С., Косяченко С.А. Методы анализа и синтеза модульных информационно-управляющих систем. – М.: Физматлит, 2002. 797 с.
35. Кузнецов Н.А., Любецкий В.А., Чернавский А.В. К вопросу о понятии информационного взаимодействия, 3: Речевой интеллект // Труды IV Международной конференции "Проблемы управления и моделирования в сложных системах" (г. Самара, 17-23 июня 2002 г.). С. 7-17.
36. Бурков В.Н., Кузнецов Н.А., Новиков Д.А. Механизмы управления в сетевых структурах // Автоматика и телемеханика. 2002. № 12. С. 96-115.

Статьи, принятые к публикации

1. Borges J., Rifa J., Phelps K., Zinoviev V.A. On the rank and kernel of  $Z_4$ -linear Preparata-like and Kerdock-like codes // IEEE Trans. on Information Theory.
2. Helleseth T., Zinoviev V.A. New Kloosterman Sum Identities over the Fields  $GF(2^m)$  for all  $m$  // Finite Fields and Applications.
3. Helleseth T., Zinoviev V.A. On a new identity for Kloosterman sums and nonlinear system of equations over finite fields of characteristic 2 // Discrete Mathematics.
4. Зиновьев В.А., Хеллесет Т. О весовом распределении смежных классов кодов типа Геталса // Проблемы передачи информации.
5. Flicker Y.Z., Zinoviev D. On the symmetric square. Unstable Twisted Characters // Israel Journal of Mathematics.
6. Вишик М.И., Чепыжов В.В. Колмогоровская энтропия в задачах о глобальных аттракторах эволюционных уравнений математической физики // Проблемы передачи информации.
7. Бурнашев М.В. Об оптимальных линейных детекторах, асимптотической эффективности и некоторых CDMA задачах // Проблемы передачи информации.
8. Амари Ш., Бурнашев М.В. О некоторых сингулярностях в задачах оценки параметра // Проблемы передачи информации.
9. Зигангиров К.Ш. Теория связи с кодовым разделением множественного доступа // John Wiley-IEEE Press (монография).
10. Khasminskii R., Liptser R. Tracking of a smooth regression function // Theory Probab. and Applications.
11. Khasminskii R., Yin G. On Averaging Principles: An Asymptotic Expansion Approach // SIAM Journal on Math. Analysis.
12. Chow P.-L., Khasminskii R., Ovseevich A. Optimal design and asymptotically efficient estimation in some wave equations // Math. Methods in Statistics.
13. Blondel V. D., Theys J., Vladimirov A. A. An elementary counterexample to the finiteness conjecture // SIAM Journal on Matrix Analysis.
14. Diamond Ph., Kloeden P., Vladimirov I. Mean anisotropy of homogeneous Gaussian random fields and anisotropic norms of linear translation invariant operators on multidimensional integer lattices // Journal of Applied Mathematics and Stochastic Analysis.
15. Клепцина М.Л., Пятницкий А.Л. Проблема однородности для случайных нестационарных параболических операторов // Успехи Математических Наук.
16. Kleptsyna M.L., Le Breton A., Viot M. New formulas around Laplace transforms of quadratic forms for general Gaussian sequences // Journal of Applied Mathematics and Stochastic Analysis.
17. Kleptsyna M.L., Le Breton A., Viot M. About the linear-quadratic regulator problem under a fractional Brownian perturbation and complete observation // ESAIM P&S.
18. Kozyakin V.S., Kloeden P. Uniform nonautonomous attractors under discretization // Discrete and Continuous Dynamical Systems.
19. Kozyakin V.S., Kloeden P. The inflation and perturbation of nonautonomous difference equations and their pullback attractors // Proceedings of ICDEA'2001. 2003.
20. Kozyakin V.S. A short introduction to asynchronous systems // Proceedings of ICDEA'2001. 2003.
21. Krasnosel'skii A.M., Rachinskii D.I., Schneider K. Hopf bifurcations in resonance 2:1. Nonlinear Analysis // Theory, Methods & Applications.
22. Красносельский А.М., Рачинский Д.И. О непрерывных ветвях циклов в системах с нелинеаризуемыми нелинейностями // Доклады Академии наук.

23. Красносельский А.М., Рачинский Д.И. Об одном нелокальном признаке существования циклов систем с гистерезисом // Автоматика и телемеханика.
24. Krasnosel'skii A.M., Pokrovskii A.V. Remark on Rotation of Bilinear Vector Fields // Preprint of the School of Mathematics. Applied Mathematics and Statistics. National University of Ireland, University College. Cork, Ireland.
25. Krasnosel'skii A.M., Rachinskii D.I. On continuous branches of twice periodic solutions of some PDE // Preprint of the School of Mathematics. Applied Mathematics and Statistics. National University of Ireland, University College. Cork, Ireland.
26. Krasnosel'skii A.M., Rachinskii D.I. Remark on Hopf bifurcation theorem // Preprint of the School of Mathematics. Applied Mathematics and Statistics. National University of Ireland, University College. Cork, Ireland.
27. Krasnosel'skii A.M., Rachinskii D.I. On continuous branches of cycles for equations of higher order // Preprint of the School of Mathematics. Applied Mathematics and Statistics. National University of Ireland, University College. Cork, Ireland.
28. Krejci P., Vladimirov A. A. Polyhedral sweeping processes with oblique reflection in the space of regulated functions // Set-Valued Analysis.
29. Pokrovskii A, Rasskazov O. Method of the Topological Degree Theory in Broken Orbits Analysis // Proceedings of AMS.
30. Bondarenko V.A., Mustard T., Pokrovskii A.V. Combinatorial Problems Arising in Chaotic Control // Mathematical Problems in Engineering.
31. Ершов В.А., Кузнецов Н.А. Мультисервисные сети. М.: изд-во МВТУ. 408 с.

Статьи, направленные в печать

1. Flicker Y.Z., Zinoviev D. Twisted character of a small representation of  $PGL(4)$ .
2. Blondel V.D., Theys J., Vladimirov A.A. Dynamical systems with eventually balanced itineraries // Journal of AMS.
3. Владимиров А.А., Оселедец В., Рыбко А., Ханин К., Хмелев Д. Нелинейное обобщение теоремы Перрона // Доклады Академии наук.
4. Cox E., Mortell M., Pokrovskii A., Rasskazov O. On chaotic and recurrent traveling wave patterns in a periodically forced and extended KdV // Comm. Maths. Phys.
5. Izmailov R., Ganguly S., Kleptsyn V., Varsou A. Non-Uniform Wavebands Hierarchy in Hybrid Optical Networks // Proceedings of IEEE INFOCOM 2003. San Francisco.
6. Козьякин В.С. О неопределимости в  $\alpha$ -минимальных структурах конечных наборов матриц, бесконечные произведения которых сходятся, расходятся или ограничены.
7. Kozyakin V.S. Sturmian sequences generated by discontinuous order preserving mappings of the circle.
8. Rachinskii D.I., Schneider K.R. Delayed loss of stability in systems with degenerate linear parts // Journal of Applied Analysis.
9. Красносельский А.М., Рачинский Д.И. Непрерывные ветви циклов уравнений высшего порядка // Дифференциальные уравнения.
10. Krasnosel'skii A.M., Rachinskii D.I. On continuous branches of twice periodic solutions of some PDE // Functional Differential Equations.
11. Krasnosel'skii A.M., Rachinskii D.I. A remark on Hopf bifurcation // Mathematische Nachrichten.
12. Рачинский Д.И. О естественных континуумах периодических решений систем с гистерезисом // Автоматика и телемеханика.

Тезисы докладов на конференциях

1. Зиновьев В.А., Зиновьев Д.В Двоичные расширенные совершенные коды длины 16, построенные обобщенной каскадной конструкцией // Труды Восьмого международного симпозиума по алгебраической и комбинаторной теории кодирования. Россия, Царское Село, 8-14 сентября 2002 г.
2. Зиновьев В.А., Рифа Дж., Боргес К., Фельпс К.  $Z_4$ -линейные коды типа Препарата и типа Кердока // Труды Восьмого международного симпозиума по алгебраической и комбинаторной теории кодирования. Россия, Царское Село, 8-14 сентября 2002 г.
3. Зиновьев В.А. Коды Геталса и суммы Кластермана над конечными полями характеристики 2 // 2-я Международная конференция: "Общая теория преобразования информации и комбинаторика". Германия, Белефельд, 4-9 ноября 2002 г.
4. Dumer I.I., Pinsker M.S., Prelov V.V. On the Epsilon-Entropy of an Ellipsoid in a Hamming Space // Proc. IEEE Intern. Symp. Inform. Theory. Lausanne, Switzerland, June 30-July 5, 2002. P. 463.
5. Marat V.Burnashev, H. Vincent Poor, "A New Upper Bound on the Probability of Error in Linear Multiuser Detection", Proceedings of the 2002 IEEE International Symposium on Information Theory, Lausanne, Switzerland, June 30 – July 5, 2002, p. 493.
6. Khasminskii, R. Kalman-type Filters Approach for some nonparametric estimation problems, Proceedings of Workshop on Stochastic Theory and Control, Lawrence, Kansas, 2002.
7. Зигангиров К.Ш., Лентмайер М., Трухачев Д. Аналитическое выражение точной вероятности ошибки на бит сверточного (7,5) кода // Труды Международного симпозиума по теории информации. Лозанна, Швейцария, июль 2002 г.
8. Зигангиров К.Ш., Лентмайер М., Трухачев Д. Два подхода к анализу кодов с малым числом проверок на четность // Труды Международного симпозиума по теории информации. Лозанна, Швейцария, июль 2002 г.
9. Зигангиров К.Ш., Лентмайер М., Трухачев Д. Асимптотический анализ суперортогональных сверточных кодов // Труды Международного симпозиума по теории информации. Лозанна, Швейцария, июль 2002 г.
10. Зигангиров К.Ш., Лентмайер М., Трухачев Д. О минимальном расстоянии турбо-кодов // Труды Международного симпозиума по теории информации. Лозанна, Швейцария, июль 2002 г.
11. Зигангиров К.Ш., Лентмайер М., Трухачев Д. Итеративно декодируемые скользкие коды на графах кодов // Труды восьмого международного симпозиума по алгебраической и комбинаторной теории кодирования. Россия, Царское Село, 8-14 сентября 2002 г.
12. Biswas S., Ganguly S., Izmailov R. Path Provisioning for Service Level Agreements in Differentiated Services Networks // IEEE ICC 2002. New York, USA. 2002.
13. Fujita N., Enomoto N., Iwata A., Izmailov R. Coarse-Grain Dynamic Replication Schemes for Scalable Content Delivery Networks // IEEE GLOBECOM. Taipei, Taiwan. 2002.
14. Ganguly S., Izmailov R., Wang T., Araki S., Maeno Y. Non-Uniform Wavebands and Hierarchical Optical Networks // NFOEC 2002. Dallas, USA. 2002.
15. Iwata A., Enomoto N., Takagi K., Umayabashi M., Hidaka Y., Izmailov R., Cavendish D. Global Optical Ethernet Architecture as a Cost-Effective Scalable VPN Solution // NFOEC 2002. Dallas, USA. 2002.
16. Iwata A., Fujita N., Izmailov R. Layer 7 Integrated QoS Routing Architecture for Content Delivery Network // Communication Networks and Distributed Systems Modeling and Simulation Conference. San Antonio, USA. 2002.

17. Iwata A., Fujita N., Enomoto N., Izmailov R. Global Content Aware Switching with Dynamic Selective Replication // 18<sup>th</sup> World Telecommunications Congress. Paris, France. 2002.
18. Izmailov R., Araki S., Suemura Y., Maeno Y., Nishioka I., Ishibashi O., Ganguly S. GMPLS for Hierarchical and Hybrid Optical Networks // MPLS 2002 International Conference. San Francisco, USA. 2002.
19. Izmailov R., Ganguly S., Maeno Y., Suemura Y., Nishioka I., Araki S. All-Optical Mesh Networks: Waveband Aggregation and Transmission Impairment Routing // COIN/PS 2002. Cheju Island, Korea. 2002.
20. Izmailov R., Ganguly S., Wang T., Araki S., Maeno Y. Switching Performance of Non-Uniform Wavebands in Hierarchical Optical Networks // OECC 2002. Yokohama, Japan. 2002.
21. Izmailov R., Kolarov A., Fan R., Araki S. Hierarchical Optical Switching: A Node-Level Analysis // IEEE HPSR 2002. Kobe, Japan. 2002.
22. Izmailov R., Niculescu D. Flow Splitting Approach for Path Provisioning and Path Protection Problems // IEEE HPSR 2002. Kobe, Japan. 2002.
23. Kleptsyna M.L., Le Breton A., Viot M. About the linear-quadratic regulator problem under a fractional Brownian perturbation and complete observation // 8<sup>th</sup> Vilnius Conference on Probability and Statistics. Vilnius, Litva. 2002.
24. Krasnosel'skii A.M. On continuous branches of cycles // 2nd International Conference on Functional Differential Equations and Applications. Beer-Sheba, Israel. 2002.
25. Rachinskii D.I. On periodic solutions of equations with hysteresis // 2nd International Conference on Functional Differential Equations and Applications. Beer-Sheba, Israel. 2002.
26. Krasnosel'skii A.M., Rachinskii D.I. Continuous branches of cycles and Hopf bifurcations for equations non-linearizable at equilibria // International Conference on Differential and Functional Differential Equations. Moscow, Russia. 2002.
27. Mortell M., Cox E., Rasskazov O., Pokrovskii A. Chaotic patterns of Traveling Waves in Forced and Extended KdV // International Workshop on Relaxation Oscillations & Hysteresis. University College. Cork, Ireland. 2002.
28. Rasskazov O., Pokrovskii A. On a Model in Economic Dynamics // International Workshop on Relaxation Oscillations & Hysteresis. University College. Cork, Ireland. 2002.
29. Pokrovskii A. Equation with hysteresis: what does it mean and why bother? // Irish Mathematical Society Conference IMS. Cork, Ireland. 2002.
30. Suemura Y., Nishioka I., Maeno Y., Araki S., Izmailov R., Ganguly S. Hierarchical Routing in Layered Ring and Mesh Optical Networks // IEEE ICC 2002. New York, USA. 2002.
31. Vladimirov A.A. Unique solvability of fluid models for queueing networks // Workshop on applied probability. Edinburgh, UK. 2002.



## **СЕКТОР № 1.1**

### ***Сектор компьютерной логики в информационных процессах***

Заведующий сектором – д.ф.-м.н., проф. Любецкий Василий Александрович  
Тел. (095) 299-83-54, (095) 413-46-43, (095) 419-40-35; E-mail: [lyubetsk@iitp.ru](mailto:lyubetsk@iitp.ru)

Ведущие ученые сектора:

д.ф.-м.н. Верещагин Н. К.  
д.ф.-м.н. Вьюгин В. В.  
д.б.н. Гельфанд М. С.  
д.ф.-м.н. Голубцов П. В.

д.ф.-м.н. Кановой В. Г.  
д.ф.-м.н. Чагров А. В.  
к.ф.-м.н. Витрещак А. Г.  
к.ф.-м.н. Горбунов К. Ю.

### **НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:**

- построение приемлемой сложности (квадратичных, кубических) алгоритмов для анализа регуляции на уровне ДНК и РНК: поиск регуляторных сигналов и заданного паттерна в геномной последовательности, поиск консервативных и альтернативных вторичных структур; в частности, анализ аттенуаторной регуляции. На этой основе – анализ сложно взаимодействующих регуляторных систем в клетке. Построение приемлемой сложности (квадратичных, кубических) алгоритмов согласования эволюционных деревьев белков; на этой основе – построение деревьев видов и анализ эволюционных событий на уровне генов. В частности, поиск генов, которые вовлекались в процессы горизонтального переноса;
- развитие концепций информационного взаимодействия и эффективного описания объектов на основе объединения теорий: модельной полноты, дескриптивной теории множеств, стохастических игр с дискретным временем, модальной логики, категорий преобразователей информации, алгоритмической сложности и случайности.

### **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

Получен алгоритм для отбора генов, которые могли попасть в геномы организмов в результате процессов горизонтального переноса. Математически такой отбор выполнялся на основе оценки рассогласованности между деревьями эволюции генов и эволюции видов, которая возникает как следствие, в частности, этих процессов. Алгоритм был компьютерно реализован и проведен счет для комплексов ортологических генов из базы данных GenBank. В результате были получены гены, подозреваемые на горизонтальный перенос.

Усовершенствован полученный нами ранее алгоритм построения дерева происхождения видов за счет включения в него процедуры нормализации длин ветвей филогенетических деревьев белков и за счет введения параметра баланса между потерями от дубликаций и от пропусков в каждом дереве белков. С помощью этого алгоритма проведен счет и получено новое дерево эволюции для 40 микроорганизмов из базы данных GenBank.

Усовершенствован разработанный нами ранее алгоритм для поиска консервативных вторичных структур в наборе последовательностей РНК, основанный на выравнивании последовательностей из плеч спиралей. Теперь в нем ис-

пользуются и консервативные участки (боксы), которые выравниваются наряду с плечами спиралей. Разработан алгоритм для поиска таких боксов, основанный на множественном выравнивании участков в исходном наборе последовательностей РНК. Введены учет энергетических критериев, учёт псевдоузлов и других биологических подробностей. Разработан алгоритм построения из полученных структур некоторой усреднённой (консенсусной) вторичной структуры. Он основан на разработанном нами алгоритме поиска в данном графе его плотных подграфов. Проведено обширное тестирование этих алгоритмов на структурах типа tRNA, RFN, T-box, S-box, а также на искусственных примерах, которое показало высокое качество алгоритмов.

Разработан новый алгоритм поиска слабо консервативного сигнала с кверной топологией в данном наборе фрагментов РНК.

На основе этих алгоритмов совместно с фирмой Integrated genomics продолжена работа в области сравнительной геномики: описаны структурные особенности белок-ДНКового узнавания, проанализирована эволюция регуляции в бактериальных геномах, а также исследованы конкретные регуляторные системы: выработки бактериоцинов, репарации, пуринового биосинтеза, биосинтеза витаминов рибофлавина, тиамин, биотин.

Было показано, что биосинтезы рибофлавина и тиамин регулируются за счёт образования альтернативных вторичных структур РНК, причём один и тот же структурный механизм действует на разных функциональных уровнях – аттенюации (преждевременной терминации) транскрипции и ингибирования инициации трансляции. Это предсказание было подтверждено независимыми экспериментальными данными.

При анализе биотинового регулона впервые был обнаружен сигнал регуляции транскрипции, общий для бактерий и архей.

Было показано, что консервативные основания в регуляторных сигналах образуют множественные контакты с распознающим белком и предложен метод выделения аминокислотных остатков, отвечающих за специфичность узнавания ДНК и лиганда в больших семействах факторов транскрипции.

С помощью компьютерного сравнительного анализа и выборки известных Т-боксов был сконструирован паттерн (расознающее правило) и осуществлён поиск новых Т-боксов по всем доступным геномам при помощи программы, разработанной нами для этой цели. Эта работа представляет собой одну из первых попыток глобального анализа регуляторных сигналов мРНК в большой группе бактерий, в ходе ее выполнения получены новые биологические результаты.

Регуляторный элемент thi-бокс, участвующий в регуляции генов биосинтеза и транспорта тиамин, нами был расширен, и показано, что этот регуляторный сигнал сильно консервативен в бактериях, принадлежащих многим филогенетическим группам. В частности, был найден транспортер для тиамин в группе *Bacillus-Clostridium*. Нами предложена регуляция тиаминовых генов, основанная на формировании альтернативных вторичных структур, вовлекающих THI-элемент.

Транскрипционный или трансляционный механизмы аттенюации предполагаются нами в различных таксономических группах, в зависимости от наличия соответствующих регуляторных шпилек, которые участвуют в регуляции (как транскрипционные терминаторы или как шпильки, закрывающие область Шайн-Дальгарно).

Нами найден 61 RFN-элемент, которые участвуют в регуляции генов биосинтеза и транспорта рибофлавина, в 49 бактериальных геномах. Все регуляторные сигналы были расположены перед рибофлавиновыми биосинтетическими

## **Институт проблем передачи информации РАН**

генами или генами, кодирующими потенциальные транспортеры флавинов. Рибофлавиновые гены, регулируемые RFN-элементом, были найдены почти во всех доступных бактериальных геномах. Только спирохеты, микоплазмы и рикетсии не имеют рибофлавиновых генов и RFN-элементов.

Сравнение нуклеотидных последовательностей вокруг RFN-элементов обнаружило ряд консервативных составляющих вторичной структуры мРНК. В грамположительных бактериях такими составляющими являются сам RFN-элемент, терминатор транскрипции и альтернативный ему антитерминатор со спиралью альтернативной как терминатору, так и RFN-элементу. При анализе топологии RFN-элементов, оперонной структуры и филогенетическом анализе белковых деревьев обнаружено несколько горизонтальных переносов в *F.nucleatum* и в две протеобактерии.

Проведен полный анализ глицерол-3-фосфат регулонов репрессора GlpR (регулятора в DeoR семействе) в геномах  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -протеобактерий. В частности, обнаружены новые палиндромные сайты связывания в  $\gamma$ -протеобактериях групп Enterobacteriaceae и Pasteurellaceae, для группы Pseudomonadaceae и tandemные повторы в  $\alpha$ -,  $\beta$ -протеобактериях.

Найдены существенно новые аттенуаторные регуляторные сигналы для ряда  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -протеобактерий.

Исследована проблема влияния доступной игрокам информации и ее формы на построение ими оптимальных стратегий в играх, возникающих в связи со стохастическими динамическими системами с дискретным временем (равновесие по Нэшу). Показано, что дополнительная информация и более благоприятные внешние условия удивительным образом могут негативно сказаться на результате игры. Однако, при кооперативном поведении игроков как повышение их информированности, так и улучшение внешних условий всегда положительно влияют на результат. Алгоритмы, разработанные нами для исследования этой проблемы, компьютерно реализованы.

Продолжено исследование общих свойств категорий преобразователей информации (ПИ) как моноидальных категорий специального вида. При построении категории ПИ как категории Клейсли ключевую роль играет функтор  $T$ , переводящий объект  $A$  в объект  $TA$  всех "распределений на  $A$ ", и естественное преобразование, "переводящее" пару "распределений" в "независимое совместное распределение". Были получены необходимые и достаточные условия, при которых такая категория Клейсли удовлетворяет аксиомам категории ПИ.

Исследованы измерительные системы, описываемые интегральными операторами на плоскости, инвариантными относительно группы движений плоскости. Рассмотрена задача синтеза оптимальной измерительно-вычислительной системы и показано, что использование инвариантности позволяет свести задачу на плоскости к одномерному уравнению Фредгольма на отрезке. Соответствующий алгоритм компьютерно реализован.

Опровергнута известная гипотеза о том, что фрагменты интуиционистской логики, получающиеся ограничением на число используемых переменных, разрешимы полиномиальными алгоритмами. Такая гипотеза была сформулирована и для стандартных модальных логик с PSPACE-полной проблемой разрешимости. Эта гипотеза также была опровергнута для модальных логик, а именно: было доказано, что условие PSPACE-полноты для логик K и K4 обеспечивается уже в точности формулами без переменных, а для S4, Grz, GL-логик – формулами от одной переменной.

Изучена сложность разрешения модальной логики арифметических утверждений о непротиворечивости (логики GLLin) с ограничениями на число переменных. Доказано, что ее константный фрагмент полиномиально разрешим, а фрагмент из формул от одной переменной имеет NP-полную проблему выполнимости (невыводимости).

Изучена сводимость борелевских и счетно-детерминированных отношений эквивалентности в нестандартных областях. Доказано, что отношение сводимости между такими эквивалентностями определяется скоростью роста конфинальных последовательностей в начальных сегментах, задающих монады. В частности, любые два отношения эквивалентности, задаваемые счетно-конфинальными монадами, сравнимы в смысле борелевской сводимости.

Получено обобщение геометрической формы теоремы Гильберта о базисе, когда понятие «многочлена» заменяется на более общее понятие «квазимногочлена» от переменных  $x_1, x_2, \dots, x_k$ . Так называется многочлен от  $x_1, x_2, \dots, x_k$  и от выражений  $F(x_1), F(x_2), \dots, F(x_k)$  и их производных  $F'(x_1), \dots, F'(x_k), \dots, F^{(l)}(x_1), \dots, F^{(l)}(x_k)$ . Доказано: для любой бесконечной последовательности S квазимногочленов от  $x_1, x_2, \dots, x_k$  существует такое натуральное число  $n$ , что для почти всех многочленов  $p=F(x)$  и любой точки  $a=\langle x_1, \dots, x_k \rangle$  все многочлены в последовательности  $S(p)$  в  $a$  равны нулю или в последовательности  $S(p)$  некоторый многочлен с номером до  $n$  не равен нулю («для почти всех» означает: для любого многочлена можно сколь угодно мало изменить его коэффициенты так, что для нового многочлена и всех многочленов из некоторой его коэффициентной окрестности выполняется сказанное выше).

Известные универсальные (для стационарных эргодических источников) схемы сжатия информации (например, алгоритмы Зива–Лемпеля) обладают свойством асимптотической оптимальности; в частности, для почти любой бесконечной последовательности исходов, полученной на выходе эргодического источника с неизвестной статистикой, при неограниченном росте длины блока средняя длина кода на один символ входной последовательности стремится к энтропии источника. Доказана неустойчивость подобных алгоритмов при нарушениях эргодичности источников. В качестве меры рассогласованности последовательности и вероятностного распределения используется дефект алгоритмической случайности. Для более узких классов источников, например цепей Маркова, доказано, что алгоритм Зива–Лемпеля устойчив при нарушениях случайности порядка не более  $o(n)$ .

Получено теоретическое обоснование применимости следующего принципа «наименьшей длины описания» (сокращено: MDL). Имеется исходное данное  $x$  (можно считать, что  $x$  – это конечная последовательность нулей и единиц). Хотим найти в некотором смысле наилучшую гипотезу о происхождении  $x$ . Гипотезами по определению являются распределения вероятностей на множестве всех двоичных слов. Предположим, что сложность описания гипотезы должна не превосходить некоторого числа  $a$ . Принцип MDL предлагает в качестве наи-

## **Институт проблем передачи информации РАН**

более подходящего объяснения для  $x$  брать ту гипотезу  $P$  сложности не более  $a$ , для которой разность  $K(P) - \log_2(P(x))$  минимальна. Доказано (совместно с П. Витаньи), что такая гипотеза будет лучшей, т.е. для нее минимален также дефект случайности  $x$  относительно  $P$ , если минимизация берется опять же по всем гипотезам сложности не более  $a$ .

Априорная мера любого множества не меньше, чем  $2$  в степени минус сложность его неявного описания. Доказано, что верно и обратное неравенство: квадрат меры любого множества не больше такой же характеристики. Это обратное неравенство ранее было известно с заменой основания  $2$  на  $3$  (теорема Р. Соловея).

*Сотрудники сектора в качестве приглашенных докладчиков участвовали в следующих конференциях и школах:*

- International Summer School in Functional Genomics "From Genome To Life. Structural, Functional and Evolutionary Approaches", Cargese, Corsica, July, 2002.
- Современная логика: проблемы теории, истории и применения в науке, Санкт-Петербург, 2002.
- Четвертая конференция Advances in Modal Logic, Toulouse, 2002.
- Nonstandard methods and applications in mathematics. Пиза, Италия, 10-16 июня 2002 г.
- Logic Colloquium 2002, ASL European Summer meeting. Мюнстер, Германия, 3-10 августа 2002 г.
- Workshop on Descriptive Set Theory, Analysis, and Dynamical Systems. Институт Филдса, Торонто, Канада, 6-12 октября 2002 г.
- Четвертая международная конференция «Проблемы управления и моделирования в сложных системах», Самара, 17-23 июня 2002 г.
- The third international conference on bioinformatics of genome regulation and structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002.
- Computational Learning Theory, Australia, Sydney, January, 2002.

*Сотрудники сектора командировались для чтения лекций и совместной научной работы в ряд университетов и научных центров: Вупперталь (Германия), Бонн (Германия), Ройал Холловей Колледж (Лондонского университета), CWI (Амстердам, Нидерланды), университет Прованса (Марсель), Шлосс Дагштуль (Германия), университет Вены (Австрия), AstraZeneca (Boston), NCBI (Бетезда, США), Int. Summer School (Cargese, France), MIT (Boston), Lawrence Berkeley National Laboratory (Беркли), Stanford University (США).*

## **ГРАНТЫ:**

- **Министерство промышленности, науки и технологий РФ (Госконтракт № 37.053.11.0061):** "Модели и алгоритмы информационного взаимодействия в генетике, лингвистике и цветном зрении" (межлабораторная тема, руководитель – Н. А. Кузнецов).

## **ПУБЛИКАЦИИ В 2002 г.**

### Опубликованные работы

1. Вьюгин В.В., Любецкий В.А. О некоторых способах отбора горизонтально перенесенных генов на основе филогенетических данных // Электронный научный журнал "Информационные процессы". 2002. Т. 2. № 1. С. 120-140. (<http://www.jip.ru>).

2. Вьюгин В.В., Гельфанд М.С., Любецкий В.А. Согласование деревьев: реконструкция эволюции видов по филогенетическим деревьям генов // Молекулярная биология. 2002. Т. 36. № 5. С. 807-816.
3. Lyubetsky V.A., V'yugin V.V. Method of horizontal gene transfer determination using phylogenetic data // Proceedings of the third International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 2. P. 60-62.
4. Горбунов К.Ю., Любецкий В.А. Алгоритм поиска консервативных вторичных структур в наборе фрагментов РНК // Электронный научный журнал "Информационные процессы". 2002. Т. 2. № 1. С. 55-58 (<http://www.jip.ru>).
5. Леонтьев Л.А., Любецкая Е.В., Любецкий В.А. Модифицированный алгоритм поиска альтернативных вторичных структур РНК и результаты счета // Электронный научный журнал "Информационные процессы". 2002. Т. 2. №1, С. 100-105 (<http://www.jip.ru>).
6. Кузнецов Н.А., Любецкий В.А., Чернавский А.В. К вопросу о понятии информационного взаимодействия, 3: речевой интеллект // Проблемы управления и моделирование в сложных системах. Труды IV Международной конференции (г. Самара, 17-23 июня 2002 г.). С. 7-17.
7. Lyubetsky E.V., Lyubetsky V.A. Algorithm for searching alternative secondary RNA structures // Proceedings of the third international conference of bioinformatics of genome regulation and structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 3. P. 15-17.
8. Gorbunov K.Yu., Lyubetsky V.A. An algorithm for searching common secondary structures in a set of RNA sequences // Proceedings of the third international conference of bioinformatics of genome regulation and structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 3. P. 21-23.
9. Lyubetsky V.A., Rubanov L.I. Parallel algorithm for searching regulatory signal in bacterial genome // Proceedings of the third international conference of bioinformatics of genome regulation and structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 1. P. 23-25.
10. Vitreschak A.G., Rodionov D.A., Mironov A.A., Gelfand M.S. Regulation of riboflavin biosynthesis and transport genes in bacteria by transcriptional and translational attenuation // Nucleic Acids Research. 2002. V. 30. No. 14. P. 3141-3151.
11. Rodionov D.A., Vitreschak A.G., Mironov A.A., Gelfand M.S. Comparative Genomics of Thiamin Biosynthesis in Prokaryotes. New Genes and Regulatory Mechanisms // J. Biol. Chem. 2002 Dec 13. V. 277. No. 50. P. 48949-48959.
12. Panina E.M, Vitreschak A.G., Mironov A.A., Gelfand M.S. Bioinformatics approach to analysis of regulation of aromatic amino acids biosynthesis in Bacillus/Clostridium group // Proceedings of the third International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 2. P. 32-34.
13. Vitreschak A.G., Rodionov D.A., Mironov A.A., Gelfand M.S. Regulation of bacterial riboflavin genes by a conserved RNA structural element // Proceedings of the third International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 2. P. 44-46.
14. Sze S.-H., Gelfand M.S. and Pevzner P.A. Finding weak motifs in DNA sequences // Pacific Symposium on Biocomputing. 2002. P. 235-246.
15. Ponomarenko J.V., G.V.Orlova, Frolov A.S., Gelfand M.S, Ponomarenko M.P. SELEX\_DB, a database on in vitro selected oligomers adapted for recognizing natu-

- ral sites and for analyzing both SNPs and site-directed mutagenesis data // *Nucleic Acids Res.* 2002. V. 30. No. 1. P. 195-199.
16. Mirny L.A., Gelfand M.S. Structural analysis of conserved base-pairs in protein-DNA complexes // *Nucleic Acids Res.* 2002. V. 30. No. 7. P. 1704-1711.
17. Котельникова Е.А., Гельфанд М.С. Выработка бактериоцинов Грам-положительными бактериями и механизмы транскрипционной регуляции // *Генетика.* 2002. Т. 38. № 6. P. 758-772.
18. Mirny L.A., Gelfand M.S. Using orthologous and paralogous proteins to identify specificity determining residues bacterial transcription factors // *J. Mol. Biol.* 2002. V. 321. No. 1. P. 7-20.
19. Permina E.A., Mironov A.A., Gelfand M.S. Damage-repair error-prone polymerase of bacteria: association with mobile genome elements // *Gene.* 2002. V. 293. No. 1-2. P. 133-140.
20. Baytaluk M.V., Gelfand M.S., Mironov A.A. Exact mapping of prokaryotic gene starts // *Briefings in Bioinformatics.* 2002. V. 3. No. 2. P. 181-194.
21. Байталук М.В., Гельфанд М.С., Миронов А.А. Сравнительный подход к уточнению начал генов в полных бактериальных геномах // *Биофизика.* 2002. Т. 47. № 2. С. 197-203.
22. Равчеев Д.А., Гельфанд М.С., Миронов А.А., Рахманинова А.Б. Пуриновый регулон гамма-протеобактерий. Детальное описание // *Генетика.* 2002. Т. 38. № 9. С. 1203-1214.
23. Котельникова Е.А., Гельфанд М.С. Регуляция транскрипции в системе выработки бактериоцинов *Streptococcus equi* // *Генетика.* 2002. Т. 38. № 7. С. 911-915.
24. Rodionov D.A., Mironov A.A., Gelfand M.S. Conservation of the biotin regulon and the BirA regulatory signal in eubacteria and archaea // *Genome Research.* 2002. V. 12. No. 10. P. 1507-1516.
25. Полуэктова Е.У., Хольсаппель С., Гагарина Е.Ю., Гельфанд М.С., Брон С., Прозоров А.А. Наличие генетического мобильного элемента ISBsu2 из криптически плазмиды в хромосоме ряда штаммов *Bacillus subtilis* // *Доклады РАН.* 2002. Т. 386. № 4. С. 552-554.
26. Нуртдинов Р.Н., Миронов А.А., Гельфанд М.С. Консервативен ли альтернативный сплайсинг генов млекопитающих? // *Биофизика.* 2002. Т. 47. № 4. С. 197-203.
27. Gelfand M.S., Laikova O.N. Prolegomena to the evolution of transcriptional regulation in bacterial genomes // *Functional Genomics Series, Caister Academic Press, V. 3: Frontiers in Computational Genomics, Galperin M.Y and Koonin E.V., eds.* 2003. P. 195-216.
28. Permina E.A., Gelfand M.S. Regulation of the heat-shock response of  $\beta$ -,  $\gamma$ -  $\epsilon$ -proteobacteria // *Proc. RECOMB 2002, Washington DC, USA, April 2002.* P. 150-151.
29. Vitreschak A.G., Panina E.M., Rodionov D.A., Mironov A.A., Gelfand M.S. Comparative analysis of RNA regulation in bacterial genomes // 2002. *Proc. Meeting of Howard Hughes Medical Institute International Research Scholars, Palm Cove, Australia, June 2002.* P. 89.
30. Vitreschak A.G. Computer analysis of regulation of genes encoding aminoacyl-tRNA synthetases and amino acid biosynthetic proteins in Gram-positive bacteria: T-box RNA regulatory element. Prediction of regulation of new genes including amino acid transporters // *Proc. Int. Summer School "From Genome to Life". Structural, Functional and Evolutionary Approaches, Cargese, Corsica, France, July 2002.* P. 57-58.
31. Nurtdinov R.N., Artamonova I.I., Mironov A.A., Gelfand M.S. Are patterns of alternative splicing of mammalian genes conserved? // *Proceedings of the third Inter-*

- national Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 3. P. 36-39.
32. Sutormin R.A., Rakhmaninova A.B., Gelfand M.S. BATMAS30 – the amino acid substitution matrix for alignment of bacterial transporters // Proceedings of the third International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 3. P. 90-92.
33. Kalinina O.V., Makeev V. Ju., Sutormin R.A., Gelfand M.S., Rakhmaninova A.B. Rare residues form the channel in transmembrane transporter proteins // Proceedings of the third International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 3. P. 100-103.
34. Sadovskaya N.S., Sutormin R.A., Rakhmaninova A.B., Gelfand M.S. Benchmarking of programs for recognition of transmembrane segments in transporter proteins // Proceedings of the third International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 3. P. 115-116.
35. Novichkov P.S., Gelfand M.S., Mironov A.A. Mutation rate of ribosomal proteins and the 3D structure of the small ribosomal subunit // Proceedings of the third International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 3. P. 174-176.
36. Novichkov P.S., Gelfand M.S., Mironov A.A. Relative mutation rate of bacterial proteins and prediction of the distance between orthologous genes // Proceedings of the third International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 3. P. 177-180.
37. Gerasimova A.V., Rodionov D.A., Mironov A.A., Gelfand M.S. FNR/DNR/ANR-regulon in gamma-proteobacteria // Proceedings of the third International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 2. P. 19-20.
38. Kotelnikova E.A., Gelfand M.S. Transcriptional regulation of a novel bacteriocin-producing system in *Streptococcus equi* // Proceedings of the third International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 2. P. 23-25.
39. Panina E.M., Vassieva O., Gelfand M.S., Overbeek R. Prediction of new enzyme involved in peptidoglycan recycling // Proceedings of the third International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 2. P. 29-31.
40. Permina E.A., Gelfand M.S. Regulation of the heat shock response of  $\beta$ -,  $\gamma$ - and  $\epsilon$ -proteobacteria // Proceedings of the third International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 2. P. 35-37.
41. Ravcheev D.A., Gelfand M.S., Mironov A.A., Rakhmaninova A.B. The purine regulon of gamma-proteobacteria // Proceedings of the third International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 2. P. 38-39.
42. Rodionov D.A., Mironov A.A., Gelfand M.S. Computational analysis of the biotin regulon in bacterial genomes // Proceedings of the third International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia July 14-20, 2002. V. 2. P. 40-43.
43. Kazakov A.E., Vassieva O., Gelfand M.S., Osterman A., Overbeek R. Bioinformatics analysis of *phoH* function and regulation in Actinobacteria // Proceedings of



- the third International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 1. P. 20-22.
44. Favorov A., Gelfand M.S., Mironov A.A., Makeev V. Yu. Yet another digging for DNA motifs Gibbs sampler // Proceedings of the third International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 1. P. 31-33.
45. Baytaluk M.V., Gelfand M.S., Mironov A.A. Exact mapping of prokaryotic gene starts // Proceedings of the third International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 1. P. 113-115.
46. Neverov A.D., Gelfand M.S., Mironov A.A. Gene prediction in genomic DNA of *Aspergillus* // Proceedings of the third International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 1. P. 116-118.
47. Pashkin A.I., Ramensky V.E., Gelfand M.S., Makeev V.J. Identification of coding regions in genomes of lower eukaryotes by compositional segmentation of complete genomes // Proceedings of the third International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 1. P. 119-121.
48. Витрещак А.Г. Компьютерное предсказание регуляторных сайтов мРНК. Анализ регуляции экспрессии генов биосинтеза аминокислот и генов, кодирующих тРНК-синтетазы в грамм-положительных бактериях // Электронный научный журнал "Информационные процессы". 2002. Т. 2. № 1. С. 91-95 (<http://www.jip.ru>).
49. Данилова Л.В., Гельфанд М.С. Поиск регуляторных сайтов в группах ортологических генов гамма-протеобактерий // Электронный научный журнал "Информационные процессы". 2002. Т. 2. № 1. С. 59-61. (<http://www.jip.ru>)
50. Danilova L.V., Gelfand M.S. Search for regulatory signals in groups of orthologous genes of gamma-proteobacteria // Proceedings of the third International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure, BGRS'2002, Novosibirsk, Russia, July 14-20, 2002. V. 2. P. 21-22.
51. Lyubetsky V.A. First projective sets, AE-prefix and quantifiers elimination // Abstracts of International conference Mathematical Logic, Algebra and Set theory dedicated to the 100-th anniversary of P.S. Novikov, August 27-31 2001, Steklov Mathematical Institute RAS, Moscow, 2001, P. 27.
52. Vyugin M.V., V'yugin V.V. Predictive complexity and information // Proceedings Fifteen International Conference on Computational Learning Theory – COLT'02, Lecture Notes on Artificial Intelligence. 2002. V. 2375. P. 90-104.
53. V'yugin V.V. Does snooping help? // Theoretical Computer Science. 2002. V. 276. P. 407-415.
54. V'yugin V.V. Suboptimal measures of predictive complexity for absolute loss function // Information and Computation. 2002. V. 175. P. 146-157.
55. Vyugin M.V., V'yugin V.V. On complexity of easy predictable sequences // Information and Computation. 2002. V. 178. P. 241-252.
56. Чагров А.В. К вопросу об обратной математике модальной логики // Логические исследования, выпуск 8. М.: Наука, 2001. С. 224-243.
57. Чагров А.В. Доказательство одной теоремы Крипке // Труды научно-исследовательского семинара Логического центра Института философии РАН. Вып. XV. М.: 2001, С. 113-119.
58. Чагров А.В., Чагрова Л.А. Алгоритмическая проблема первопорядковой определимости интуиционистских формул на конечных шкалах Крипке // Рос-

- сийской математике – триста лет. Материалы юбилейной науч. конф. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2002. С. 115-120.
59. Чагров А.В. Суперинтуиционистские логики, консервативные относительно безымплицативных фрагментов интуиционистской логики // Российской математике – триста лет. Материалы юбилейной науч. конф. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2002. С. 121-126.
60. Chagrov A.V., Chagrova A.A. Normal modal logics with (in)finite sets of non-equivalent modalities // Российской математике – триста лет. Материалы юбилейной науч. конф. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2002. С. 127-139.
61. Рыбаков М.Н., Чагров А.В. Модальные формулы без переменных и PSPACE-полнота // Современная логика: проблемы теории, истории и применения в науке. Материалы VII Общероссийской научной конференции. Спб, 2002. С. 498-500.
62. Kanovei V.G., Reeken M. New Radon-Nikodym ideals // *Mathematika*. 2002. V. 47. P. 219- 227.
63. Kanovei V.G., Reeken M. Borel and countably determined reducibility in non-standard domain // *Front for the Mathematics Arxiv*, Preprint math.LO 0202290, 34 pp. [http:// front.math. ucdavis.edu/math.LO/0202290](http://front.math.ucdavis.edu/math.LO/0202290)
64. Kanovei V.G. Some new results in Borel irreducibility of equivalence relations. // *Nonstandard methods and applications in mathematics*. Pisa, Italia, 2002, P. 1.
65. Kanovei V.G., Reeken M. Borel and countably determined reducibility in non-standard domain // *Logic Colloquium 2002*, ASL European Summer meeting. Munster, Germany, 2002, P. 38-39.
66. Kanovei V.G. Reducibility of equivalence relations in "hyperfinite" descriptive set theory. Abstract. // *Workshop on Descriptive Set Theory, Analysis, and Dynamical Systems*. Fields Institute, Toronto, Canada, 2002. [http://www.fields.utoronto.ca/programs/scientific/0203/settheory/workshop1 / abstracts.html#kanovei](http://www.fields.utoronto.ca/programs/scientific/0203/settheory/workshop1/abstracts.html#kanovei).
67. Vereshchagin N. and Vitanyi P. Kolmogorov's Structure Functions with an Application to the Foundations of Model Selection // *Proc. 47th IEEE Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS'02)*, 2002, P. 751-760.
68. Chernov A.V., Skvortsov D.P., Skvortsova E.Z., Vereshchagin N.K. Variants of Realizability for Propositional Formulas and the Logic of the Weak Law of Excluded Middle // *Proc. of the Annual Symposium on Computer Science Logic*, Edinburgh, Scotland, UK, September 22-25, 2002, P. 74-88.
69. Shen A., Vereshchagin N. Logical operations and Kolmogorov complexity // *Theoretical Computer Science*. 2002. V. 271. P. 125-129.
70. Vereshchagin N. Kolmogorov Complexity Conditional to Large Integers // *Theoretical Computer Science*. 2002. V. 271. P. 59-67.
71. Vereshchagin N., Vyugin M. Independent minimum length programs to translate between given strings // *Theoretical Computer Science*. 2002. V. 271. P. 131-143.
72. Romashchenko A., Shen A., Vereshchagin N. Combinatorial interpretation of Kolmogorov complexity // *Theoretical Computer Science*. 2002. V. 271. P. 111-123.
73. Голубцов П.В., Старикова О.В. Учет инвариантности в задаче калибровки инвариантных измерительно-вычислительных систем // *Математическое моделирование*. 2002. Т. 14. № 4. С. 45-56.
74. Golubtsov P.V., Moskaliuk S.S. Method of Additional Structures on the Objects of a Monoidal Kleisli Category as a Background for Information Transformers. *Hadronic Journal*. 2002. V. 25. No. 2. P. 179-238.

## **Институт проблем передачи информации РАН**

75. Golubtsov P.V. Monoidal Kleisli Category as a Background for Information Transformers Theory // Электронный научный журнал "Информационные процессы". 2002. Т. 2. № 1. С. 62-84 (<http://www.jip.ru>).

### **Статьи, принятые к публикации**

1. Голубцов П.В., Любецкий В.А. Стохастические динамические игры с информацией различного типа // Проблемы передачи информации. 2003, 32 с.
2. Вьюгин В.В., Гельфанд М.С., Любецкий В.А. Идентификация горизонтально перенесенных генов на основе филогенетических данных // Молекулярная биология. 2003.
3. Кузнецов Н.А., Любецкий В.А., Чернавский А.В. Информационные взаимодействия, 1: допсихический уровень // Электронный научный журнал "Информационные процессы". 2003, №1 (<http://www.jip.ru>).
4. Любецкий В.А., Горбунов К.Ю. Поиск консервативных вторичных структур РНК // Электронный научный журнал "Информационные процессы". 2003, № 1 (<http://www.jip.ru>).
5. Любецкая Е.В., Леонтьев Л.А., Любецкий В.А. Поиск альтернативных вторичных структур в классе гамма-протеобактерий // Электронный научный журнал "Информационные процессы". 2003, №1 (<http://www.jip.ru>).
6. Lyubetsky V.A., V'yugin V.V. Method of horizontal gene transfer determination using phylogenetic data (2) // In Silico Biology (An International Journal on Computational Molecular Biology). 2003. 25 p.
7. Danilova L.V., Lyubetsky V.A., Gelfand M.S. An algorithm for identification of regulatory signals in unaligned DNA sequences, its testing and parallel implementation. In Silico Biology (An International Journal on Computational Molecular Biology). 2003. 9 p.
8. Kalinina O.V., Makeev V. Yu., Sutormin R.A., Gelfand M.S., Rakhmaninova A.B. Rare residues form the channel in transmembrane transporters // In Silico Biology (An International Journal on Computational Molecular Biology). 2003.
9. Kazakov A.E., Vassieva O., Gelfand M.S., Osterman A., Overbeek R. Bioinformatics classification and analysis of PhoH homologs // In Silico Biology (An International Journal on Computational Molecular Biology). 2003.
10. Данилова Л.В., Лайкова О.Н., Гельфанд М.С. Компьютерный анализ регуляции метаболизма глицерол-3-фосфата в геномах протеобактерий, Молекулярная биология, 2003.
11. Голубцов П.В., Сизарев Д.В., Старикова О.В. Синтез оптимальных инвариантных систем формирования изображений на плоскости // Вестник Московского Университета. 2003. Сер. 3 "Физика и астрономия", 5 с.
12. Кановой В.Г., Реекен М. Некоторые новые результаты о борелевской несводимости отношений эквивалентности // Известия РАН, сер. матем. 2003. Т. 67. № 1.
13. Kanovei V.G., Reeken M. Borel irreducibility between two large families of Borel equivalence relations // Logic Colloquium '99, eds. J. van Eijck, V. van Oostrom, and A. Visser. Lecture Notes in Logic, 2003.
14. Kanovei V.G., Reeken M.A. Theorem on ROD-hypersmooth equivalence relations in the Solovay model // Math. Logic Quarterly. 2003. V. 49. No. 3.
15. Makarychev K., Makarychev Yu., Romashchenko A., Vereshchagin N.K. New class of non Shannon type inequalities for entropies // Communications in Information and Systems, 2003.

## ЛАБОРАТОРИЯ № 2

### *Лаборатория моделей и алгоритмов обработки изображений*

Заведующий лабораторией – д.ф.-м.н. Миллер Борис Михайлович

Тел.: (095) 209-47-81, E-mail: [bmiller@iitp.ru](mailto:bmiller@iitp.ru)

Ведущие ученые лаборатории:

к.ф.-м.н. Милюкова О. П.

к.т.н. Просин А. В.

к.т.н. Рубанов Л. И.

к.ф.-м.н. Степанян К. В.

к.ф.-м.н. Сушко Д. В.

к.т.н. Чочиа П. А.

### НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:

- математическое моделирование изображений и последовательностей изображений;
- исследование дискретно-непрерывных и гибридных систем;
- управление стохастическими и детерминированными дискретно-непрерывными системами;
- применение теории обобщенной оптимизации в задачах управления наблюдениями и обработки сигналов;
- методы решения некорректных задач, обработка изображений, фильтрация, улучшение и сжатие;
- интерпретация и анализ сцен;
- распознавание и идентификация видеоизображений;
- исследование человеко-машинных диалоговых систем.

### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Продолжено выполнение цикла теоретических исследований, направленных на создание теории оптимального стохастического управления и фильтрации для дискретно-непрерывных стохастических систем, описываемых дифференциальными уравнениями с мерой. Решена проблема существования сингулярных оптимальных управлений в задачах стохастического управления с линейной зависимостью от управлений. Показана связь между задачами сингулярного управления и обобщенными решениями, получаемыми посредством аппроксимации обобщенных воздействий обычными. Была предложена новая формулировка задачи сингулярного стохастического управления с неограниченными коэффициентами, в динамике управляемой системы, и проведена разработка метода сведения данной задачи к эквивалентной задаче с ограниченными управлениями и управляемым неограниченным моментом остановки. Это позволило не только установить глобальную теорему существования оптимального управления для данного класса задач, но и доказать теорему об аппроксимации обобщенного решения и обобщенного управления обычными (непрерывными) траекториями и, соответственно, ограниченными управлениями.

Данный результат является серьезным обобщением теории существования в задачах сингулярного управления и открывает перспективы для разработки условий оптимальности.

Продолжалось выполнение программы работ по исследованию дискретно-непрерывных динамических систем с фазовыми ограничениями. Основной областью применения данного класса систем являются механические системы с односторонними ограничениями. Предложены новые подходы к описанию динамики взаимодействия с ограничением, позволяющие развить содержательную теорию для нового класса задач оптимального управления с активными ограничениями. Показано, что импульсное воздействие, возникающее при контакте с упругим ограничением, может быть представлено в терминах некоторого управляемого оператора сдвига по траекториям вспомогательной системы дифференциальных уравнений. Данное представление может служить основой для постановок нового класса задач оптимального управления, в которых дополнительные возможности управления возникают при контакте с ограничением. (Б. М. Миллер)

В рамках работы, выполняемой по соглашению о сотрудничестве с компанией MicroSpec Technologies Ltd., Carl Zeiss Group, Израиль, по теме "Исследование алгоритмов обнаружения дефектов на изображениях" проведено исследование алгоритмов обнаружения дефектов на изображениях, зарегистрированных оптической ПЗС камерой. Исследована проблема совместного обнаружения дефектов и цветовых вариаций. Разработаны модифицированные быстрые корреляционно-экстремальные алгоритмы совмещения, основанные на свойствах квазирегулярности сравниваемых изображений. Разработаны алгоритмы и программы моделирования, проведено их тестирование на сериях изображений квазирегулярных объектов, результаты работы были переданы компании MicroSpec и получили положительную оценку. (П. А. Чочиа)

Проведены работы по исследованию задачи восстановления в опто-акустической томографии. Для указанной задачи в случае пространства нечетной размерности построен параметрикс. Разработан алгоритм восстановления опто-акустических томограмм в трехмерном пространстве, основанный на использовании полученного параметрикса в качестве оператора восстановления. Создана математическая модель трехмерной опто-акустической томографии и проведен ряд численных экспериментов. Эксперименты показали, что качество разработанного алгоритма восстановления лишь немного уступает качеству алгоритмов, использующихся в обычной Радоновской томографии. Тем самым, построенный алгоритм вполне пригоден для практического применения. (Д. В. Сушко)

По проекту РФФИ № 00-07-90032 «Разработка и создание тексто-графической базы данных по истории российской фундаментальной науки на основе фондов архивов РАН» были продолжены исследования по созданию тексто-графической базы данных по истории российской науки. Проведены ввод и цифровая обработка исходных материалов и наполнение таблиц базы данных PersFond по персональным фондам Архива РАН и логически связанного с ней банка изображений. Конкретно, обработаны следующие фонды:

– Фонд № 1916 президента АН СССР с 1975 по 1986 г. А. П. Александрова (опись 1), содержащий 322 единицы хранения за 1932-1986 гг. В базу данных внесены 87 единиц хранения (дел) с фотографиями, что составило 600 записей.

– Фонд № 1729 президента АН СССР с 1961 по 1975 гг. М. В. Келдыша (описи 1 и 2), содержащий 272 единицы хранения за 1937-1986 гг. В базу данных внесены 184 единицы хранения с фотографиями, что составило 555 записей.

– Галерея портретов русских и зарубежных ученых прошлых столетий, созданная на основе коллекции Мусина-Пушкина (хранится в составе персонального фонда № 543 академика Н. А. Морозова, описание 8), которая содержит 2651 единиц хранения. В базу данных внесены 468 единиц хранения с фотографиями, что составило 763 записи.

В совместных работах с Сектором № 1.1 ИППИ РАН по решению задач вычислительной геномики был разработан и отлажен эффективный параллельный алгоритм поиска регуляторного сигнала в наборах геномных последовательностей, предназначенный для широкого диапазона суперкомпьютеров, поддерживающих протокол межпроцессорного обмена MPI. Проведена серия реальных расчетов на 18-процессорном кластере ТКС-9 (НИЦЭВТ) и суперкомпьютере МВС-1000М (МЦЦ Минпромнауки России, РАН, МГУ и РФФИ). Расчеты проводились с использованием до 380 процессоров и подтвердили теоретически предсказанные оценки быстродействия, включая линейную зависимость от числа задействованных процессоров.

В качестве администратора базы данных осуществлялось сопровождение и актуализация базы данных по персональному составу РАН за 1724-2002 гг. (RAS2000), зарегистрированной в Госреестре ("Информрегистр"), и Web-сервера <http://hp.iitp.ru>. (Л. И. Рубанов)

Проводилось исследование алгоритмов восстановления изображений, основанных на параметрической идентификации искажающих операторов с применением методологии нейронных сетей. (О. П. Милюкова)

Детально исследована задача управления наблюдениями в системах с шумами в наблюдениях, зависящими от сигнала и оценки. Получены условия локальной оптимальности программных и позиционных управлений наблюдениями. Показано, что оптимальное управление дискретными наблюдениями имеет сложную структуру с переключением каналов даже внутри единичного акта наблюдения. Приведены примеры оптимальных управлений. Защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по теме "Оценивание и управление наблюдениями в системах с шумами, зависящими от состояния и оценки". (К. В. Степанян)

На основе модели стохастической неровной поверхности в приближении Кирхгофа для ближней и дальней зон приема с учетом затенения радиоволн элементами поверхности проведено исследование функций, коэффициентов и расстояний корреляции рассеянных радиосигналов, разнесенных по пространственным, угловым и поляризационным координатам. Исследованы временные функции корреляции и доплеровские спектры принимаемых радиосигналов, при равномерном движении приемника. Выявлен класс статистических характеристик нерегулярных поверхностей, которые можно определять посредством прямых методов дистанционного зондирования поверхностей. (А. В. Просин)

*Сотрудники сектора в качестве приглашенных докладчиков участвовали в следующих конференциях:*

– IS&T/SPIE's 14th Annual Symposium "Electronic Imaging 2002: Science and Technology" (EI'2002), США, г. Сан-Хосе, 20-25 января 2002 г.

– 3rd International Conference on Bioinformatics of Genome Regulation and Structure (BGRS'2002), г. Новосибирск, 14-20 июля 2002 г.

## **Институт проблем передачи информации РАН**

- 4-я Всероссийская научная конференция «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» (RCDL'2002), г. Дубна, 15-17 октября 2002 г.
- Средиземноморская ежегодная конференция по автоматическому управлению MED2002, Португалия, июль 2002 г.
- Международная конференция "Image Processing and Related Mathematics". Организаторы Институт Ляпунова МГУ и ИНРИА (Франция), г. Москва, 1-3 июля 2002 г.

### **ГРАНТЫ:**

- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 00-07-90032):** "Разработка и создание текст-графической базы данных по истории российской фундаментальной науки на основе фондов архивов РАН" (совместно с Сектором № 2 ИППИ РАН).
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 02-01-00361):** "Робастные методы оценивания и управления стохастическими процессами в гибридных функциональных динамических системах".
- **Национальный научный фонд США (CMS-0000458):** "Управление негладкими механическими и электромеханическими системами с использованием методов взрывчат и импульсного управления: метод активных сингулярностей".
- **Программа сотрудничества CNRS (Франция) – РАН (Россия). Проект CNRS/RAS cooperation № PECO/NET 9570:** "Теория сингулярного управления стохастическими системами".

Сотрудники лаборатории также работают в рамках Соглашения о сотрудничестве с компанией MicroSpec Technologies Ltd., Carl Zeiss Group (Израиль) по теме "Исследование алгоритмов обнаружения дефектов на изображениях".

### **ПУБЛИКАЦИИ В 2002 г.**

1. Миллер Б.М., Панков А.Р. Теория стохастических процессов. М.: Наука, Физматлит, 2002. 316 стр.
2. Miller B.M., Rubinovitch E.Ya. Impulsive control in continuous and discrete-continuous systems (Foundations of the hybrid systems theory). N.Y.: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2002. 457 p.
3. Dufour F., Miller B. Generalized solutions in nonlinear stochastic control problems // SIAM J. Control and Optimization. 2002. V. 40. P. 1724-1745.
4. Aizenberg I., Bregin T., Butakoff C., Karnaukhov V., Merzlyakov N. and Milukova O. Type of Blur and Blur Parameters Identification Using Neural Network and Its Application to Image Restoration // Lecture Notes in Computer Sciences. Springer, 2002. V. 2415. P. 1231-1236.
5. Aizenberg I., Butakoff C., Karnaukhov V., Merzlyakov N. and Milukova O. Blurred Image Restoration Using the Type of Blur and Blur Parameters Identification on the Neural Network // Proc. of SPIE, 2002. V. 4667. P. 460-471.
6. Rubanov L.I., Merzlyakov N.S., Karnaukhov V.N., Osipova N.M. Strategy of creation of digital archives accessible through the Internet // Proc. of SPIE, 2002. V. 4672. P. 181-189.

7. Истомина С.Н., Рубанов Л.И. Параллельный алгоритм поиска регуляторного сигнала в геномах бактерий // Информационные процессы, 2002. Т. 2. № 1. С. 85-90.
8. Lyubetsky V.A., Rubanov L.I. Parallel algorithm for searching regulatory signal in bacterial genome // Proc. of the 3rd Intern. Conf. on Bioinformatics of genome regulation and structure (BGRS'2002), Novosibirsk 2002, v. 1, p. 23-25.
9. Rubanov L.I., Merzlyakov N.S., Karnaukhov V.N. Multilevel digital archives: strategy and experience // Proc. of 4th All-Russian Sci. Conf. "Digital libraries: advanced methods and technologies, digital collections (RCDL'2002)", Dubna, 2002, v. 2, p. 181-188.
10. Попов Д. А., Сушко Д. В. Параметрикс для задачи оптоакустической томографии. // Доклады РАН. 2002. Т. 382. № 2. С. 162-164.
11. Andreev V.G., Karabutov A.A., Oraevsky A.A., Popov D.A., Sushko D.V. Image reconstruction in 3D optoacoustic tomography system with hemispherical transducer array // Proc. of SPIE, 2002. Biomedical Optoacoustics III. Vol. 4618.
12. Миллер Б.М., Степанян К.В. Задача управления наблюдениями в системах с шумами, зависящими от состояния и оценки // International Workshop, SICPRO'03, Moscow, Institute of Control Sciences, 2003 (принято к публикации).



## **СЕКТОР № 2**

### ***Сектор цифровой оптики***

Заведующий сектором – к.т.н. Мерзляков Николай Степанович

Тел.: (095) 209-28-83; E-mail: [victor.karnaukhov@iitp.ru](mailto:victor.karnaukhov@iitp.ru)

Ведущие ученые сектора:

д.ф.-м.н.	Ярославский Л. П.	к.т.н.	Кобер В. И.
к.т.н.	Бокштейн И. М.	к.т.н.	Лашин В. В.
к.т.н.	Беликова Т. П.	к.т.н.	Мозеров М. Г.
к.т.н.	Карнаухов В. Н.		

### **НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:**

- разработка и создание реляционных баз данных изображений и СУБД;
- оптико-цифровые методы обработки изображений и распознавания образов;
- синтез двумерных цифровых фильтров;
- улучшение цифровых изображений;
- мультимедиа;
- анализ динамических изображений;
- вычисление оптического потока;
- распознавание трехмерных сцен;
- классификация, анализ и обработка медицинских изображений;
- цифровая голография.

### **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

Разработан оригинальный подход к построению баз данных водяных знаков и математического обеспечения для их наполнения, поддержки и использования с многоязычной поддержкой. Базы данных и математическое обеспечение, созданные в соответствии с этим подходом, работающие под управлением современных СУБД и поддерживающие телекоммуникационный доступ к данным, обеспечивают возможность одновременного использования информационных материалов баз данных во всех поддерживаемых языках. Регистрация в базе данных некоторого объекта в одном из поддерживаемых языков организована таким образом, что данный объект будет зарегистрирован и во всех остальных поддерживаемых языках и, следовательно, будет доступен для пользователей, работающих в любом из поддерживаемых языков. При этом все информационные материалы, относящиеся к данному объекту, и не зависящие от языка, будут находиться в совместном использовании для всех поддерживаемых языков. Способы наполнения и использования зависящих от языка информационных материалов определяется конкретной реализацией базы данных и прикладного программного обеспечения. Для обеспечения независимости от используемого языка взаимосвязи данного объекта с другими объектами базы данных применяются вспомогательные поля данных, генерируемые, поддерживаемые и используемые программным обеспечением.

Получены явные выражения для базисных функций Карунена–Лоэва преобразования для осциллирующих корреляционных функций. Предложены быстрые алгоритмы, аппроксимирующие преобразование Карунена–Лоэва. Проведены компьютерные эксперименты на реальных и тестовых изображениях, которые демонстрируют преимущество использования предложенных базисных функций для компактного представления данных (сжатия) по сравнению с базисными функциями для широко используемых экспоненциальных корреляционных функций.

Предложены новые алгоритмы локального повышения контраста с использованием ранговых фильтров, построенных с использованием основе пространственно адаптивных окрестностей. Эти алгоритмы основаны на операции не-резкого маскирования. Вместо операции линейной низкочастотной фильтрации используются различные ранговые сглаживающие операции. Сглаживание выполняется над элементами пространственно адаптивных окрестностей, построенных из деталей и их окружающего фона. Реализованы различные ранговые алгоритмы для повышения контраста мелких и средних деталей. Проведены компьютерные эксперименты на реальных и тестовых изображениях, которые демонстрируют преимущество предлагаемых алгоритмов.

Изучены статистических свойств ранговых фильтров, использующих пространственно-связанные окрестности для подавления аддитивного и импульсного шумов. Предложен метод расчета ранговых фильтров для подавления смеси импульсного и аддитивного шумов с заданными вероятностью искажения и дисперсией. Проведены интенсивные компьютерные эксперименты на зашумленных реальных и тестовых изображениях, которые демонстрируют преимущество предлагаемых алгоритмов.

Для улучшения обнаружения и локализации многокомпонентных объектов предлагается выполнять простые поэлементные преобразования перед операциями корреляции в каждом канале. Эти преобразования основаны на циклическом центрировании компонент сигнала. Они значительно уменьшают корреляцию компонент реальных сигналов. Как следствие, преобразованные каналы – слабо коррелированы, и последующие корреляции можно выполнять независимо в каждом канале. Проведен анализ преобразований на устойчивость к аддитивному шуму. Проведено компьютерное моделирование на тестовом четырехканальном изображении с использованием предлагаемых преобразований и различных корреляционных фильтров.

Разработаны методы цифровой обработки некоторой последовательности фрагментированных изображений водяных знаков, предназначенные для обеспечения координатной привязки и дефрагментации изображений водяных знаков.

Совместно с научно-исследовательским отделом рукописей и первопечатных книг Государственного исторического музея разработан подход к построению баз данных манускриптов и инкунабул. Определена основная структура полей данных и триггеров базы данных. На основе разработанного подхода сгенерирована реляционная база данных для хронологической идентификации рукописей и первопечатных книг.

Предложен и теоретически обоснован новый метод для расчета поля векторов смещения в последовательности динамических изображений. Вычисление векторов смещения между точками соответствия на динамических изображениях сформулирована как оптимизационная задача динамического программирования. Предложенный метод является эвристической модификацией хорошо

## **Институт проблем передачи информации РАН**

известного алгоритма динамического программирования примененного к двумерному случаю оптимизации. Разработанный алгоритм был реализован в рамках компьютерных экспериментов с реальными и тестовыми динамическими изображениями. Полученный с помощью компьютерного моделирования результат показал высокую точность вычисления векторов смещения, оцененную в терминах динамического анализа.

Продолжены исследования по разработке и созданию тексто-графической базы данных по истории российской фундаментальной науки на основе фондов архивов РАН. Выполнены работы по наполнению таблиц базы данных и логически связанного с ними банка изображений по следующим персональным фондам Архива РАН:

- Фонд № 1916 президента АН СССР с 1975 по 1986 г. А. П. Александрова (опись 1), содержащий 322 единицы хранения за 1932-1986 гг. В базу данных внесены 87 единиц хранения (дел) с фотографиями, что составило 600 записей.
- Фонд № 1729 президента АН СССР с 1961 по 1975 г. М. В. Келдыша (описи 1 и 2), содержащий 272 единицы хранения за 1937-1986 гг. В базу данных внесены 184 единицы хранения с фотографиями, что составило 555 записей.
- Галерея портретов русских и зарубежных ученых прошлых столетий, созданная на основе коллекции Мусина-Пушкина (хранится в составе персонального фонда № 543 академика Н. А. Морозова, опись 8), которая содержит 2651 единиц хранения. В базу данных внесены 468 единиц хранения с фотографиями, что составило 763 записи.

Разработан комплекс методов, который позволяет выявить информативные особенности полутонового изображения (диагностически важные признаки) и свести задачу анализа сложных сцен, к оценке значений этих признаков. Комплекс методов включает: 1) создание исходного словаря признаков с использованием знаний эксперта в данной предметной области; 2) предобработку изображений методом оптимальной линейной фильтрации для улучшения визуализации диагностических признаков; 3) описание обработанных изображений экспертом в терминах, задаваемых словарем признаков и создание базы данных символьных описаний изображений; 4) статистический анализ базы данных и выявление значимых признаков и их значений, специфичных для каждого класса изображений, представленных в базе данных; 5) построение решающих правил для классификации изображений. Решающее правило было использовано для контроля влияния отдельных признаков и их сочетаний на точности классификации и позволяло уточнить список значимых признаков и пороговые значения этих признаков, необходимые для эффективного решения задачи анализа (и классификации) сложной сцены; 6) замена экспертной оценки ряда признаков на автоматизированную оценку и измерение их значений признаков на изображении. Разработанный комплекс методов был использован для анализа сложных сцен на томограммах легких, позволил выявить значимые признаки и помог автоматизировать анализ ряда признаков при решении задач анализа сложных сцен.

## **ГРАНТЫ:**

- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 00-07-90032):** "Разработка и создание тексто-графической базы данных по истории российской фундаментальной науки на основе фондов архива РАН".

- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 01-07-90354):** "Распределенная база данных для хронологической идентификации манускриптов и инкунабул";
- **Австрийский научный фонд FWF (№ 13289-ARS):** "Wasserzeichen Klosterneuburger Handschriften" – совместно с Комиссией (институтом) палеографии и кодикологии средневековых рукописей Австрийской академии наук.
- **INTAS (00–00081):** "A Distributed Database and Processing System for Watermarks" – совместно с Комиссией (Институтом) визуализации Австрийской академии наук.

### ПУБЛИКАЦИИ В 2002 г.

1. Aizenberg I., Bregin T., Butakoff C., Karnaukhov V., Merzlyakov N., Milukova O. Type of Blur and Blur Parameters Identification Using Neural Network and Its Application to Image Restoration // Lecture Notes in Computer Sciences. Springer, 2002. V. 2415. P. 1231-1236.
2. Rubanov L., Merzlyakov N., Karnaukhov V., Osipova N. Strategy of creation of digital archives accessible through the Internet // Proc. of SPIE, 2002. V. 4672. P. 181-189.
3. Mozerov M., Kober V., Tchernykh A., Tae S. Choi. Motion estimation with a modified dynamic programming // Optical Engineering. 2002. V. 41. No. 10. P. 2592-2598.
4. Kober V., Mozerov M., Alvarez-Borrego J., Ovseyevich I. Multichannel pattern recognition based on circular component centering // Pattern Recognition and Image Analysis. 2002. V. 12. No. 2. P. 136-146.
5. Kober V., Mozerov M., Alvarez-Borrego J., Ovseyevich I. Unsharp masking using rank-order filters with spatially adaptive neighborhoods // Pattern Recognition and Image Analysis. 2002. V. 12. No. 1. P. 46-56.
6. Mozerov M., Tae S. Choi, Ovseevich I. Color motion stereo based on improved stereo matching // Pattern Recognition and Image Analysis. 2002. V. 13. No. 3. P. 686-692.
7. Венгер Э., Карнаухов В.Н., Мерзляков Н.С., Ван Тиинен Ж., Уханова Е.В., Хайдингер А. Прикладное программное обеспечение для многоязыковой поддержки распределенных баз данных // Материалы V Международной конференции EVA-2002, Центр ПИК, ГТГ, М., 2002, с. 1071-1075
8. Karnaukhov V.N., Aizenberg I.N., Butakoff C., Karnaukhov A.V., Merzlyakov N.S., Milukova O.P., Zhang Y.J. Neural network identification and restoration of blurred images // Proc. of Second International Conference on Image and Graphics ICI'G'2002. P. 303-310.
9. Merzlyakov N.S., Rubanov L.I., Karnaukhov V.N. Multi-scale image presentation in a digital archive // Proc. of Second International Conference on Image and Graphics ICI'G'2002. P. 1067-1074.
10. Рубанов Л.И., Мерзляков Н.С., Карнаухов В.Н. Многоуровневые цифровые архивы: стратегия построения и опыт создания // Труды 4-й Всероссийской научной конференции "Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции" (RCDL'2002), г. Дубна. 2002. Т. 2. С. 181-188.
11. Kober V., Mozerov M., Alvarez-Borrego J., Ovseyevich I.A. Morphological image processing with adaptive structural element // Proc. International Workshop on Optics in Computing, Sant-Petersburg, 2002. P. 7-8.

12. Kober V., Mozerov M., Alvarez-Borrego J., Ovseyevich I.A. Rank and morphological image processing with adaptive structural element // Proc. 6th International Conference on Pattern Recognition and Image Analysis (PRIA-6-2002), Novgorod, 2002. P. 161-164.
13. Mozerov M., Kober V., Choi T.S. Motion estimation with a dynamic programming optimization operator // Proc. IEEE Conference ICIP, Rochester, New York, September 22-25, 2002. P. 269-272.
14. Kober V., Alvarez-Borrego J. An explicit solution of the eigenvalue integral with exponentially oscillating covariance function // Proc. SPIE 4790, Annual meeting, Applications of Digital Image Processing XXV, Seattle, Washington, 2002. P. 63-70.
15. Belikova T., Palenichka R., Ivashenko I. Computer-aided detection and segmentation of objects on medical images // The 10-th International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision'2002. Journal of WSCG. 2002. V. 10. No. 3. P. 161-173.
16. Беликова Т.П., Стенина И.И., Яшунская Н.И. Анализ и интерпретация шаровидных образований легких с поддержкой ЭВМ // Тезисы докладов XXII Национального конгресса по болезням органов дыхания. Москва, 11-15 ноября 2002 г. М.: Всероссийское научное общество пульмонологов, 2002. С. 49-50.
17. Беликова Т.П., Ивашенко И.Б. Автоматическое обнаружение и сегментация малоконтрастных объектов на сложном фоне // Тезисы доклада на III Специализированной выставке и конференции "Информационные технологии в медицине – 2002", г. Москва, 20-23 ноября 2002 г. М.: ВКВВЦ "Наука и образование", 2002. С. 13-14.

## 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](mailto: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.	Бзруков 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 2002 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.

В развитие многолетних работ в текущем году проведены исследования и разработка перестановок в турбо кодах и плетеных сверточных кодах, максимизирующих кодовое расстояние и оптимизирующих распределение весов. Предложены неслучайные перестановки на основе линейных и кубических преобразований по модулю длины кода. Создан программный комплекс, позволяющий эффективно исследовать и выбирать перестановки для турбо кодов и плетеных сверточных кодов. Проведен анализ каскадных схем на базе сверточных кодов.

Разработана базовая версия комплекса программ для моделирования и исследования каскадных кодовых конструкций, основанных на сверточных кодах. Этот комплекс позволяет: создавать различные конструкции из встроенных наборов сверточных кодов и типов интерливинга, исследовать дистанционные характеристики конструкций, создавать различные варианты каскадных и итера-

тивных декодеров, проводить статистическое моделирование для оценки вероятностных характеристик кодовых конструкций и декодеров.

Совместно с университетом г. Лунд (Швеция) разработана конструкция плетеных сверточных кодов с циклически замкнутым сверточным кодом в качестве одного из компонентов, которая имеет лучшие параметры, чем плетеный сверточный код с теми же сверточными кодами-компонентами, но без циклического замыкания. Получены оценки корректирующих свойств сверточных и циклически замкнутых сверточных кодов на основе их активных расстояний. Предложен субоптимальный алгоритм декодирования циклически замкнутых сверточных кодов, практически имеющий такие же вероятностные характеристики, что и оптимальный декодер, но с существенно меньшей сложностью реализации. Получены метрические характеристики оценки корректирующих свойств при декодировании сверточных кодов в окне.

Совместно с университетом г. Ульм (Германия) проведены исследования плетеных кодов на базе двудольных графов и гиперграфов – расширителей с блочными кодами в качестве компонентов. Разработаны случайные методы построения кодов на базе двудольных графов и гиперграфов – расширителей с кодами Рида-Маллера в качестве компонентов. Созданы программные комплексы для моделирования. Результаты моделирования показали большую перспективность этого класса плетеных кодов.

Исследованы оценки вероятностных характеристик для декодирования двоичных кодов в список, определяемый кодовыми словами в сфере заданного радиуса. Получены обменные соотношения между вероятностью ошибки и отказа от декодирования, которые в случае малого радиуса сферы декодирования лучше известных.

Проведены исследования и программная реализация алгоритмов Судана, и Судана и Гурусвами для списочного декодирования кодов Рида-Соломона над произвольными конечными полями характеристики два. Мягкое декодирование для указанных подходов также рассмотрено. Разработана базовая версия комплекса программ для исследования и моделирования списочного декодирования кодов Рида-Соломона, включающая полную и поэтапную реализацию алгоритма списочного декодирования Судана и Гурусвами с заданием входных списков наиболее вероятных значений символов и формированием списка наиболее вероятных кодовых слов на выходе декодера. Комплекс позволяет анализировать работу и сложность всех этапов алгоритма. Он может быть использован в учебных программах Вузов по специальностям телекоммуникации и защиты информации.

Рассмотрена проблема посимвольного апостериорно-вероятностного декодирования информационных символов несистематического блочного кода с помощью кодовой решетки. Введено понятие и исследована сложность расширенной кодовой решетки (и дуальной к ней) блочного кода. Эти решетки позволяют решить задачу с помощью известного алгоритма BCJR.

Рассмотрена OFDM-передача по меняющимся во времени мобильным радиоканалам. Введен класс  $(L, R)$ -каналов, для которых длина импульсного отклика ограничена сверху величиной  $L$  отсчетов, а спектр импульсного отклика является нулевым за исключением первых  $R$  компонентов. Предложен алгоритм максимального правдоподобия для оценки  $(L, R)$ -канала.

Моделированием в гауссовом канале и в канале с замираниями показано, что при определенных условиях итеративный каскадный декодер почти не уступает декодеру максимального правдоподобия и даже превосходит его при использовании интерливинга.

Исследованы границы для радиуса покрытия линейных кодов с известным дуальным расстоянием, границы упаковки сфер в многообразиях Грассмана, низкоскоростная граница надежности для дискретных квантовых каналов без памяти, некоторые полиномы, связанные с эnumerаторами весов линейных кодов, и случайные коды. Проведен ряд исследований, связанных с экспонентами ошибок.

Рассмотрены следующие вопросы теории графов: изопериметрические проблемы на ребрах для регулярных графов, новый подход к частично упорядоченным множествам Макулая, локально-глобальный принцип для изопериметрических проблем на вершинах.

Совместно с университетом г. Перуджа (Италия) исследованы связь и близкие свойства насыщающих множеств в проективных геометриях  $PG(n,q)$  и покрывающих кодов в теории кодирования. С использованием этой связи построены верхние и нижние границы, конструкции и бесконечные семейства для кодов и для множеств. С помощью компьютера получено много новых относительно небольших 1-насыщающих множеств в  $PG(2,q)$ ,  $q < 1117$ , и 2-насыщающих множеств в  $PG(3,q)$ ,  $q < 503$ . Предложены новые конструкции "маленьких" полных шапок в двоичных проективных пространствах.

В 2002 году была продолжена кооперация с университетами Германии, Швеции и Италии в области задач передачи информации и комбинаторных проблем в векторных пространствах. Совместно с университетом г. Ульм (Германия) были исследованы плетеные сверточные коды на базе двудольных графов и гиперграфов – расширителей. Совместно с университетом г. Лунд (Швеция) созданы и проанализированы плетеные сверточные коды, использующие циклически замкнутые сверточные коды как один из компонентов. Эти исследования поддержаны Шведской королевской академией наук. Совместно с университетом г. Перуджа (Италия) исследованы дуги, шапки, и насыщающие множества в проективных геометриях над конечными полями.

## 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

Продолжалась разработка геоинформационной технологии нового поколения. 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-



## **Институт проблем передачи информации РАН**

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, сейсмотектонических, социально-экономических и демографических данных для ряда регионов мира. Общий объем данных составляет около 35МБ. Данные доступны для интерактивного 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.

Международные связи. Продолжалась работа в рамках программы ЕС 5FP "Создание информационного общества" по проекту "Spatial mining for Data of Public Interest (SPIN!)", партнеры: научные учреждения Германии, Италии, Великобритании и Нидерландов. 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". В 2002 году 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 года 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).

Результаты докладывались на международных конференциях и семинарах.

Системы GeoProcessor и Compass экспонировались при поддержке Мин-промнауки РФ на международной выставке информационных технологий CeBit'2002 (Германия) и выставке Модуль'2002 (Москва). Материалы по системам GeoProcessor и Compass включены в каталог программного обеспечения Российской ГИС-Ассоциации.

### **ГРАНТЫ:**

- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 00-07-90100):** "Сетевые геоинформационные системы для представления и анализа пространственно-временной информации в науках о Земле, человеке, природе и обществе".
- **Министерство промышленности, науки и технологий РФ:** "Разработка технологии извлечения существенной информации из пространственно-временных данных для анализа и прогнозирования общественных и природных процессов и явлений".
- **IST Program (EU IST – 10536):** "Spatial Mining for Data of Public Interest (SPIN!)".

### **Партнерские системы**

Исследуется проблема интеграции знаний и данных с целью создания систем энциклопедических знаний для систем поддержки решений, порождения и распространения знаний.

Разрабатываемые технологии получили дальнейшее развитие. Они будут использованы для создания прикладных интеллектуальных систем на основе порождения прикладных партнерских систем методом отображения интегрированной базы на частные проблемные области.

Создан прототип Windows-ядра программной среды для поддержки объединения баз знаний и данных на основе согласования концептуальных моделей сетевого типа. Созданное ядро позволяет реализовать ранее разработанный метод структурирования клинической информации с целью обеспечения полноты регистрируемых данных в компьютерных системах поддержки профессиональных решений врача. Это обеспечивает возможность создания программной системы поддержки врачебных решений в условиях многопрофильной клиники, обеспечивающей обработку данных и знаний в больших пространствах исходных описаний, взаимодействие пользователей, получение знаний из разных источников, порождение новых знаний. Ядро обеспечивает также реализацию в рамках идеологии ПС многофазного процесса обучения, ориентированного в первую очередь на медицину и обеспечивающего овладение профессиональным языком и знаниями (вплоть до порождения новых знаний) в активном режиме.

### **ГРАНТЫ:**

- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 01-01-01020а):** "Развитие методов обработки знаний для создания интегрированной базы знаний многопрофильной клиники".
- **Программа Президиума Российской академии наук «Интеллектуальные компьютерные системы» (№ 3.4):** "Партнерская система как ядро интеллектуальной системы комплексной поддержки решений специалиста".

**Теория речевого сигнала**

Исследовались критерии оптимальности при решении обратных задач "акустические параметры – форма речевого тракта", "форма речевого тракта – управления", "смещения артикуляторов – управления" с использованием измерений на микролучевом рентгенооскопе и электромиограмм внешних и внутренних мышц. Рассматривались мгновенные и интегральные критерии работы, упругих сил, кинетической энергии и полной силы. Для неречевых движений и в задаче "от формы речевого тракта к управлениям" мгновенные критерии обеспечили достаточно точные решения, тогда как в задаче "от смещения артикуляторов к управлениям" приемлемыми оказались только интегральные критерии на интервале около 100 мс. Решение обратных задач воспроизводило эффекты компенсации байт-блока и реорганизации партитуры управлений при смене темпа артикуляции.

Создана 3-мерная модель речевого тракта, учитывающая грушевидные полости в области глотки, изменение ширины глотки при артикуляции и податливость стенок речевого тракта, что позволило значительно увеличить точность вычисления резонансных частот тракта.

Проведены испытания первой версии системы автоматического распознавания числительных в условиях, имитирующих независимость от диктора, типа микрофона и канала связи, для отношений сигнал/шум 10-20 дБ. Ошибка распознавания в проведенных испытаниях составила около 12%.

**ПУБЛИКАЦИИ В 2002 г.**

**Статьи**

1. Afanassiev V.B., Davydov A.A. Finite field towers: iterated presentation and complexity of arithmetic, // *Finite Fields and their Applications*. 2002. V. 8. P. 216-232.
2. Ashikhmin A., Barg A. Bounds on the covering radius of linear codes // *Designs, Codes and Cryptography*. 2002. V. 27. No. 3. P. 261-270.
3. Barg A. On some polynomials related to weight enumerators of linear codes // *SIAM Journal on Discrete Mathematics*. 2002. V. 15. No. 2. P. 155-164.
4. Barg A. A low-rate bound on the reliability of a quantum discrete memoryless channel // *IEEE Transactions on Information Theory*. 2002. V. 48. No. 12.
5. Barg A., Forney G.D. Random codes: Minimum distance and error exponents // *J. IEEE Transactions on Information Theory*. 2002. V. 48. No. 9. P. 2568-2573 (also Proc. 2002 ISIT, Lausanne).
6. Barg A., Nogin D. Bounds on packings of spheres in the Grassmann manifolds // *IEEE Transactions on Information Theory*. 2002. V. 48. No. 9.
7. Barg A., Zemor G. Error exponents of expander codes // *IEEE Transactions on Information Theory*. 2002. V. 48. No. 6. P. 1725-1729.
8. Baumgartner B., Hof A., Sidorenko V., Bossert M. Multilevel codes: maximum-likelihood versus iterative multistage decoding // *Proceedings 7th International OFDM-Workshop*, pp. 148-152, Hamburg, Germany, September 2002.
9. Bezrukov S.L. and Serra O. A local-global principle for vertex-isoperimetric problems // *Discrete Mathematics*. 2002. V. 257. No. 2-3. P. 285-309.
10. Bott R., Korobkov D., Potapov V., Sidorenko V. Two dimensional time-frequency estimation of mobile radio channels // *Proceedings of Wireless 2002*, Calgary, Alberta, Canada. P. 300-311.

11. Griesser H., Sidorenko V. Efficient APP decoding of nonsystematic encoded block codes // Proceedings of 2002 IEEE Int. symposium on Information Theory, ISIT 2002, Lausanne, Switzerland, June-July, 2002. P. 145.
12. Griesser H., Sidorenko V. Efficient APP decoding of nonsystematic encoded block codes // Problems of Information Transmission. 2002. V. 38. No. 3. P.182-193.
13. Хендлери М., Йоханнессон Р., Зяблов В.В. Кодер и свойства расстояний плетеных сверточных кодов с циклически замкнутым компонентным кодом // Проблемы передачи информации. 2002. Т. 38. № 1. С. 48-58.
14. Хендлери М., Йоханнессон Р., Зяблов В.В. Декодирование в окне с точки зрения расстояний // Проблемы передачи информации. 2002. Т. 38. № 3. С.3-19.
15. Хендлери М., Хост С., Йоханнессон Р., Зяблов В.В. Расстояние, приспособленное для циклически замкнутых кодов // Проблемы передачи информации. 2002. Т. 38. № 4. С. 37-55.
16. Host S., Johannesson R., Zyablov V.V. Woven convolutional codes I: Encoder properties // IEEE Transactions on Information Theory. 2002. V. 48. No. 1. P. 149-161.
17. Модели и алгоритмы кодирования и сжатия информации. – Отчет о НИР по Госконтракту № 37.053.11.0062, 2002. 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.
18. Гитис В.Г., Вайншток А.П., Андриенко Г.Л., Андриенко Н.В. Геоинформационный анализ сейсмологических данных // Труды Восьмой национальной конференции по искусственному интеллекту, Коломна, 7-12 октября, 2002. С. 78-86.
19. Gitis V., Sobolev G., Ponomarev A., Kazakov V., Kurskeeva L., Belosliudtsev O. Complex Analysis of Geodynamic Monitoring Data in Almay Prognostic Site // Proceedings of European Seismological Commission XXVIII General Assembly, Genoa, 1-6 September 2002. P. 234-235.
20. Gitis V., Yurkov E. Statistical relationships between seismicity and moon component of tidal force // Proceedings of European Seismological Commission XXVIII General Assembly, Genoa, 1-6 September 2002. P. 235.
21. Gitis V., Sobolev G., Ponomarev A., Kazakov V., Kurskeeva L., Belosliudtsev O. Geoinformation technologies for analysis of geodynamic monitoring data in Almaty prognostic site // Тезисы 2-го казахстанско-японского семинара по предотвращению последствий разрушительных землетрясений, 23-25 сентября 2002, Алматы. С. 52-53.
22. Юрков Е.Ф. Система анализа характеристик акустического процесса при разрушении образцов горных пород // Вулканология и сейсмология. 2002. № 4. С. 57-70.
23. Andrienko G., Andrienko N., Gitis V. Interactive maps for visual exploration of grid and vector geodata // ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing. 2003. No. 57. P. 380-389.
24. Vitushko M., Gurov N., Pereverzev-Orlov V. A Syndrom as a Tool for Presenting Concepts // Pattern Recogn. and Image Anal. 2002. V. 12. No. 2. P. 194-202.
25. Макаров И.С., Баден П., Сорокин В.Н. 3-мерная модель речевого тракта и алгоритм вычисления площадей поперечного сечения // Труды Международного семинара "Диалог". 2002. С. 352-359.
26. Цыплихин А.И., Леонов А.С., Сорокин В.Н. Двумерные распределения фонетических сегментов // Труды Международного семинара "Диалог", 2002, с. 484-495.

## **Институт проблем передачи информации РАН**

27. Sorokin V. Internal model as a tool for inverse problems solving // International seminar NATO "Dynamics of speech production and perception", II. Ciocco, Italy, June 24 – July 06, 2002.
28. Sorokin V., Speech inverse problems: Tasks and solutions // International seminar NATO "Dynamics of speech production and perception", II. Ciocco, Italy, June 24 – July 06, 2002.
29. Tsyplikhin A. Two-dimensional distributions of the phonetic segment pair durations // International seminar NATO "Dynamics of speech production and perception", II. Ciocco, Italy, June 24 – July 06, 2002.

### **В печати**

1. Barg A. Extremal problems of coding theory. – In H. Niederreiter, Ed., Coding Theory and Cryptography, World Scientific (to appear).
2. Barg A., Kabatiansky G. A class of i.p.p. codes with efficient identification // DIMACS Report 2002-36 (submitted) (also Proc. 2002 ISIT, Lausanne).
3. Barg A., Zemor G. Error exponents of expander codes under linear-time decoding // DIMACS Report 2002-32 (submitted).
4. Bezrukov S.L., Elsaesser R. Edge-Isoperimetric problems for powers of regular graphs // Theoretical Computer Science (to appear).
5. Bezrukov S.L., Pfaff T., Piotrowski V.P. A new approach to Macaulay posets // Journal of Combinatorial Theory, Series A, (to appear).
6. Davydov A.A., Faina G., Marcugini S., Pambianco F. Computer search in projective planes for the sizes of complete arcs // Journal of Geometry (to appear).
7. Davydov A.A., Marcugini S., Pambianco F. On saturating sets in projective spaces // Journal of Combinatorial Theory, Series A (to appear).
8. Davydov A.A., Marcugini S., Pambianco F. Complete caps in projective spaces  $PG(n,q)$ . (Submitted).
9. Davydov A.A., Marcugini S., Pambianco F. Linear codes with covering Radius 2,3 and saturating sets in projective geometry. (Submitted).
10. Handlery M., Johannesson R., Zyablov V.V. Boosting the error performance of suboptimal tailbiting decoders // IEEE Transactions on Communication (submitted).
11. Handlery M., Johannesson R., Zyablov V.V. On the error exponents for woven convolutional codes with one tailbiting component code // IEEE Transactions on Communication (submitted).
12. Jordan R., Pavlouchkov V., Zyablov V.V. Maximum slope convolutional codes // IEEE Transactions on Information Theory (submitted).
13. Гитис В.Г., Андриенко Г.Л., Андриенко Н.В. Исследование сейсмологической информации в сетевых аналитических ГИС // Физика Земли (в печати).
14. Ващенко Е., Витушко М., Переверзев-Орлов В. Возможности обучения на основе партнерской системы // Pattern Recogn. and Image Anal. (сдано в печать)
15. Репин В.Г., Цыплихин А.И. Определение точной верхней грани ошибок метода наименьших квадратов // Радиотехника и электроника. 2003. Т. 48. № 1 (в печати).
16. Макаров И.С., Сорокин В.Н. Резонансы речевого тракта с податливыми стенками и разветвлением // Акустический журнал (сдано в печать).
17. Leonov A.S., Sorokin V.N. Controls in the internal model: Score reorganization and compensation // Speech Communication J. (to appear).

## ЛАБОРАТОРИЯ № 4

### *Добрушинская математическая лаборатория*

Заведующий лабораторией – д.ф.-м.н. Минлос Роберт Адольфович

Тел.: (095) 299-83-54; E-mail: [minl@iitp.ru](mailto:minl@iitp.ru)

Ведущие сотрудники лаборатории:

д.ф.-м.н.	Ахиезер Д. Н.	д.ф.-м.н.	Яшков С. Ф.
д.ф.-м.н.	Бассалыго Л. А.	к.ф.-м.н.	Богуславский М. И.
д.ф.-м.н.	Бланк М. Л.	к.ф.-м.н.	Вишик А. С.
д.ф.-м.н.	Блиновский В. М.	к.ф.-м.н.	Влэдуц С. Г.
д.ф.-м.н.	Кириллов А. А.	к.ф.-м.н.	Гельфанд С. И.
д.е.н.	Концевич М. Л.	к.ф.-м.н.	Жижина Е. А.
д.ф.-м.н.	Маргулис Г. А.	к.ф.-м.н.	Жуков Ю. В.
д.ф.-м.н.	Меньшиков М. В.	к.ф.-м.н.	Кабатянский Г. А.
д.ф.-м.н.	Надирашвили Н. С.	к.ф.-м.н.	Лебедев В. С.
д.ф.-м.н.	Ольшанский Г. И.	к.ф.-м.н.	Ногин Д. Ю.
д.ф.-м.н.	Панюшев Д. И.	к.ф.-м.н.	Окуньков Г. И.
д.ф.-м.н.	Прелов В. В.	к.ф.-м.н.	Печерский Е. А.
д.ф.-м.н.	Сухов Ю. М.	к.ф.-м.н.	Попов С. Ю.
д.ф.-м.н.	Цфасман М. А.	к.ф.-м.н.	Рыбко А. Н.
д.ф.-м.н.	Шехтман В. Б.	к.ф.-м.н.	Яроцкий Д. А.
д.ф.-м.н.	Шлосман С. Б.		

### НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:

- гиббсовские случайные поля и марковские цепи с локальными взаимодействиями;
- модели среднего поля в теории массового обслуживания;
- жидкостные модели в теории массового обслуживания;
- большие отклонения и их применения;
- теория массового обслуживания;
- системы передачи информации, информационные каналы и теория кодирования;
- алгебраическая геометрия и теория чисел;
- комбинаторные и вероятностные аспекты теории представлений;
- модальные логики.

### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Построено однобозонное пространство для поляронной системы, описывающее состояния рассеяния одного бозона на поляроне.

Исследованы спектральные свойства генератора глауберовой динамики для одномерной стохастической ферромагнитной модели Изинга со случайным ограниченным и неограниченным взаимодействием. Найдено асимптотическое поведение усредненной автокорреляционной функции за большое время.

В результате детального анализа спектра трансфер матрицы классических спиновых решетчатых систем при высоких температурах было установлено существование инвариантных подпространств, описывающих состояния квазичастиц различных видов.

Доказана центральная предельная теорема в области малой стохастичности для направленных полимеров в случайной среде.

Результаты для одномерной динамики, основанные на спектральных свойствах трансфер-оператора Рюэлля-Перрона-Фробениуса, были обобщены для диффеоморфизмов Аносова и общих расширяющих и сжимающих в среднем случайных отображений на компактных многообразиях.

Анализ статистических свойств семейства отображений, действующих в пространстве целочисленных последовательностей с заданной моделью динамики простого детерминистического потока. Получены асимптотические свойства траекторий отображений, соответствующих произвольным начальным конфигурациям в терминах статистики плотностей и описаны слабые аттракторы этих систем.

Изучен класс ферромагнитных бинарных моделей с многочастичным взаимодействием. Дана классификация этих моделей с точки зрения формы капли одной фазы в другой. Результаты получены для нулевой температуры.

Даны условия на гамильтониан, при которых существует единственное состояние неидеального газа.

Построены два класса многочленов над конечным полем четной характеристики, для которых модуль тригонометрической суммы принимает максимально возможное значение.

Исследовалось асимптотическое поведение эpsilon-энтропии эллипсоида в хэмминговом пространстве при возрастании его размерности. Получены достаточные условия, при выполнении которых обобщенная граница Хэмминга является асимптотически точной. Найдено точное решение одной оптимизационной задачи (нахождения максимина разности энтропийных функций двух векторов при специальных ограничениях на их компоненты), связанной с исследованием асимптотики эpsilon-энтропии эллипсоида. Получены явные выражения для главных членов асимптотического разложения эpsilon-энтропии для одного специального класса эллипсоидов.

Рассмотрены гармонические функции на некоторых фракталах. В частности, для ковра Серпинского получено явное выражение в терминах производных дробного порядка.

В цикле работ предпринято подробное изучение теории Громова-Виттена для кривых. Эта теория связана с классической теорией Гурвица перечисления отображений между кривыми в терминах данных ветвления, что, в свою очередь, тесно связано с характеристиками симметрических групп. Среди результатов – доказательство известной гипотезы о связи между теорией Громова-Виттена для проективной прямой и иерархией Тоды нелинейных уравнений.

Изучена модель димера на периодических двудольных графах. Показано, что скейлинговый предел модели может быть описан в терминах так называемой амебы для подходящей плоской вещественной алгебраической кривой. Последняя оказывается кривой Харнака.

Показано, что функция распределения первой частицы в дискретных полиномиальных ансамблях может быть получена некоторой рекуррентной процедурой, если весовая функция ансамбля удовлетворяет условию: ее разностная

(или  $q$ -разностная) логарифмическая производная рациональна. В ряде случаев рекуррентная процедура эквивалентна решению некоторого разностного или  $q$ -разностного аналога уравнения Пенлеве.

Введен и изучен аналог изомонодромных деформаций матричного разностного уравнения. Показано, что классические уравнения и преобразования Шледингера могут быть получены из нашей конструкции посредством подходящих предельных переходов.

Изучена новая связь между задачей Улама о максимальных возрастающих подпоследовательностях в случайных перестановках и некоторыми случайноматричными ансамблями. Получены новые доказательства теоремы Байка-Дейфта-Юхансона и ее обобщений, принадлежащих Байку и Райнсу.

Исследовано семейство вероятностных мер на разбиениях, первоначально возникших в теории представлений, установлены их связи со случайными матрицами и многомерными гипергеометрическими функциями. Эти меры зависят от трех параметров, один из которых есть аналог бета-параметра из теории случайных матриц. В определенном предельном переходе упомянутые меры сходятся к некоторым предельным мерам, сходных по природе с  $\log$ -газом с произвольным значением бета-параметра. Доказано, что средние значения "характеристических полиномов", взятые относительно введенных мер, даются многомерными гипергеометрическими функциями типа  $(2,0)$ .

Изучались коды на вещественных и комплексных грассманианах. Это естественное обобщение сферических кодов. Они возникают, например, при мультиантенной передаче (особенно, в случае слабого шума). Были получены ограничения типа границ Варшамова-Гилберта и Хэмминга на размер таких кодов.

Построена теория бесконечных числовых и функциональных полей. В частности, введен аналог дзета-функции для таких полей. Обобщена оценка Одлышко-Серра для дискриминанта и теорема Брауэра-Зигеля о произведении числа классов и регулятора. Также, показано, что стандартное условие на рост дискриминанта в теореме Брауэра-Зигеля является необходимым.

Изучались реализации категории смешанных мотивов. Доказаны аналоги теоремы Гильберта. Получены различные результаты о точности функторов реализации. Сформулированы гипотезы, которые вместе с гипотезами Бейлинсона, в частности, гарантируют, что построенный функтор реализации будет эквивалентностью категорий. Построено гипотетическое описание категории смешанных мотивов.

Изучены деформации дифференциальных уравнений Пикара-Фукса. Введено семейство обыкновенных дифференциальных уравнений 3-го порядка, связанное с 3-х мерными многообразиями Фано. Зеркальная симметрия предсказывает геометричность этого семейства. В случае полного пересечения доказано более сильное свойство модулярности.

Установлена связь между ростом кратностей в правилах ветвления и сложностью однородных пространств. Показано, что при ограничении неприводимого представления редуکتивной группы на её редуکتивную подгруппу кратности растут не быстрее многочлена от нормы старшего веса, причём, степень многочлена вычисляется как сложность явно построенного вспомогательного однородного пространства.

Изучена задача оптимального выбора последовательности изометрий однородного пространства компактной группы Ли. Получена оценка нормы усредняющего оператора на пространстве функций с нулевым интегралом для произвольного однородного пространства.



Изучено асимптотическое поведение собственных значений и спектральных мер самосопряжённого оператора, сопоставленного любой симметричной последовательности точек на компактной группе Ли. Доказана сходимость последовательности спектральных мер.

Разработана теория  $\theta$ -групп Винберга. Установлена связь между этой теорией и недавними результатами Спрингера и Лерера о регулярных элементах групп отражений.

Изучены коммутаторные многообразия связанные с инволюциями простых алгебр Ли. В частности, получено достаточное условие неприводимости таких многообразий. Также, дано полное описание коммутаторных многообразий для случая симметрических пар ранга один.

Для различных топологических пространств ( $\mathbb{R}^n$ ; подпространства  $\mathbb{R}^n$ ) изучались тождества, которым удовлетворяет канторовская операция производного множества и булевы операции. Описание этих тождеств даётся с помощью модальных логик. Для построенных логик доказана финитная аппроксимируемость и разрешимость.

Решена проблема, поставленная более 20 лет назад Р.Гольдблаттом: построена конечная аксиоматика и доказана финитная аппроксимируемость для модели модальной логики хронологического будущего времени в пространстве Минковского.

Продолжено исследование произведений модальных логик. Доказана финитная аппроксимируемость произведения минимальной модальной и минимальной временной логики. Этот результат применяется для построения новых разрешимых фрагментов классической логики предикатов и эквациональной теории реляционных алгебр.

Продолжено исследование дискретных инвариантов квадратик. Установлены новые результаты о структуре групп Чжоу грассманианов  $Gr$ -мерных плоскостей на квадрике. Описано действие алгебры Стиррода на этих группах. В качестве приложения вычислены возможные размерности анизотропных квадратичных форм лежащих в данной степени идеала чётномерных форм.

## **ПУБЛИКАЦИИ В 2002 г.**

### Опубликованные статьи

1. Минлос Р.А. Введение в математическую статистическую физику. – М., изд-во МНЦМО, 2002 (Пер. с англ.)
2. Betz V., Hiroshima F., Lorenzhi J., Minlos R., Spohn H. Ground state properties of the Nelson Hamiltonian: a Gibbs measure-based approach // Rev. in Math. Phys. 2002. V. 14. No. 2. P. 173-198.
3. Lorenzhi J., Minlos R., Spohn H. Infrared regular representation of the three dimensional massless Nelson model // Letters in Math. Phys. 2002. V. 59. P. 189-198.
4. Lorenzhi J., Minlos R., Spohn H. The infrared behavior in Nelson's model of a quantum particle coupled to a massless scalar field // Ann. Henri Poincare. 2002. No. 3. P. 269-295.
5. Boldrigini C., Minlos R., Pellegrinotti A. Directed polymers in Markov random media // Markov processes and related fields. 2002. V. 8. No. 1. P. 81-105.

6. Жижина Е.А. Спектральный анализ одномерной стохастической модели Изинга со случайным потенциалом: асимптотика автокорреляционной функции // Труды Московского математического общества. 2002. № 64. С. 140-156.
7. Minlos R., Zhizhina E. Leading branches of the transfer-matrix spectrum for lattice spin systems (quasi-particles of different species) // J. Stat. Phys. 2002. V. 108 (5/6). P. 885-904.
8. Blank M.L. Dynamical spectrum for random maps and Ulam conjecture. – In "Fundamental mathematics today". 2001. P. 8-9.
9. Blank M.L., Keller G., Liverani C. Ruelle-Perron-Frobenius spectrum for Anosov maps // Nonlinearity. 2002. V. 15. No. 6. P. 1905-1973.
10. Бассалыго Л.А., Зиновьев В.А. О многочленах над конечным полем четной характеристики с максимальным значением модуля тригонометрической суммы // Математические заметки. 2002. Т. 72. № 2. С. 171-177.
11. Думер И.И., Пинскер М.С., Прелов В.В. Эпсилон-энтропия эллипсоида в хэмминговом пространстве // Проблемы передачи информации. 2002. Т. 38. № 1. С. 3-18.
12. Думер И.И., Пинскер М.С., Прелов В.В. Оптимизационная задача, связанная с вычислением эпсилон-энтропии эллипсоида в хэмминговом пространстве // Проблемы передачи информации. 2002. Т. 38. № 2. С. 3-18.
13. Прелов В.В., ван дер Мейлен Э. Об эпсилон-энтропии одного класса эллипсоидов в хэмминговом пространстве // Проблемы передачи информации. 2002. Т. 38. № 2. С. 19-32.
14. Prelov V.V., van der Meulen E.C. Epsilon-Entropy of a Special Class of Ellipsoids in a Hamming Space // Proc. 23-th Symp. Inform. Theory in the Benelux. Louvain-la-Neuve, May 29-31, 2002. P. 37-44.
15. Dumer I., Pinsker M., Prelov V. On the Epsilon-Entropy of an Ellipsoid in a Hamming Space // Proc. IEEE Intern. Symp. Inform. Theory. Lausanne, Switzerland, June 30 – July 5, 2002. P. 463.
16. Prelov V., van der Meulen E. Asymptotics of the  $\epsilon$ -Entropy for a Certain Class of Ellipsoids in a Hamming Space // Proc. IEEE Intern. Symp. Inform. Theory. Lausanne, Switzerland, June 30 – July 5, 2002. P. 464.
17. Belitsky V., Pechersky E. Uniqueness of Gibbs State for Non-Ideal Gas in  $\mathbb{R}^d$ : the Case of Multibody Interaction // J. Stat. Phys. 2002. V. 106 (5/6). P. 931-955.
18. Влэдуц С., Цфасман М.А. Асимптотические свойства глобальных полей и обобщённая теорема Брауэра-Зигеля (на англ.) // Moscow Math. J. 2002. V. 2. No. 3. P. 329-402.
19. Ахиезер Д.Н., Панюшев Д.И. Кратности в правилах ветвления и сложность однородных пространств (на англ.) // Moscow Math. J. 2002. V. 2. No. 1. P. 17-33.
20. Ахиезер Д.Н. Замечание об усредняющих операторах на однородных пространствах (на англ.) // Archive der Math. 2002. V. 78. S. 196-201.
21. Панюшев Д.И. О ковариантах редутивных алгебраических групп (на англ.) // Indag. Math. 2002. V. 13. S. 125-129.
22. Панюшев Д.И. Представления без кратных весов, алгебры  $\frac{g}{h}$ -эндоморфизмов и полиномы Дынкина (на англ.) // Препринт, arXiv: math.AG/0112314, 19 с.
23. Панюшев Д.И. Некоторые удивительные свойства сферических нильпотентных орбит (на англ.) // Препринт, arXiv: math.AG/0206265, 22 с.
24. Панюшев Д.И. Абелевы идеалы подалгебры Бореля и длинные положительные корни (на англ.) // Препринт, arXiv: math.RT/0210428, 20 с.

25. Габбэй Д., Шехтман В., Произведения модальных логик, часть 3: произведения модальной и временной логик (на англ.) // *Studia Logica*. 2002. V. 72. No. 2. P. 3-30.
26. Барг А., Ногин Д. Ограничения на упаковку сфер в грассмановых многообразиях (на английском) // *IEEE Trans. Info. Theory*. 2002. Т. 48. №. 9.
27. Borodin A., Olshanski G. Z-measures on partitions and their scaling limits // e-print math-ph/0210048, 37 p.
28. Borodin A. Isomonodromy transformations of linear systems of difference equations // e-print math.CA/0209144, 37 p.
29. Borodin A., Forrester P. J. Increasing subsequences and the hard-to-soft edge transition in matrix ensembles // e-print math-ph/0205007, 19 p.
30. Borodin A., Boyarchenko D. Distribution of the first particle in discrete orthogonal polynomial ensembles // e-print math-ph/0204001, 41 p.
31. Getzler E., Okounkov A., Pandharipande R. Multipoint series of Gromov-Witten invariants of  $CP^1$  // e-print math.AG/0207106, 10 p.
32. Ivanov V., Olshanski G. Kerov's central limit theorem for the Plancherel measure on Young diagrams. – In: *Symmetric functions 2001. Surveys of developments and perspectives*. Proc. NATO Adv. Study Institute (S. Fomin, editor), Kluwer, 2002, p. 93-151.
33. Okounkov A., Pandharipande R. Gromov-Witten theory, Hurwitz theory, and completed cycles // e-print math.AG/0204305, 55 p.
34. Okounkov A., Pandharipande R. The equivariant Gromov-Witten theory of  $P^1$ , e-print math.AG/0207233, 58 p.
35. Okounkov A. Symmetric functions and random partitions. – In: *Symmetric functions 2001. Surveys of developments and perspectives*. Proc. NATO Adv. Study Institute (S. Fomin, editor), Kluwer, 2002, p. 223-252.
36. Okounkov A. Generating functions for intersection numbers on moduli spaces of curves // *Intern. Math. Res. Notices*, 2002. No. 18. P. 933-957.
37. Яшков С.Ф. Математические модели систем с разделением времени. Препринт. М.: ИППИ РАН, 2002, 85 с.

### В печати

1. Spohn H., Zhizhina E. Long-time behavior for the stochastic Ising model with unbounded random couplings // *J. Stat. Phys.* (to appear).
2. Blank M.L. Ergodic properties of a simple deterministic traffic flow model // *J. Stat. Phys.* (to appear).
3. Prelov V.V., Verdu S. Second-Order Asymptotics of Mutual Information // *IEEE Trans. Inform. Theory* (submitted).
4. Descombes X., Pechersky E. Droplet shapes for a class of models in  $\mathbb{Z}^2$  at zero temperature // *J. Stat. Phys.* (submitted).
5. Цфасман М.А. Бесконечные глобальные поля (на англ.). – В кн.: *Finite Fields*  $\mathbb{F}_q$ . Springer Verlag (в печати).
6. Ровинский М. О некоторых представлениях группы автоморфизмов алгебраически замкнутого поля (на англ.) // *Math. Zeit.* (в печати).
7. Голышев В. Проблема геометричности и модулярность некоторых вариаций Римана-Роха // *Доклады Академии наук* (в печати).

8. Панюшев Д.И. Индекс алгебры Ли, централизатор нильпотентного элемента и нормализатор централизатора (на англ.) // *Math. Proc. Camb. Phil. Soc.* 2002. V. 133 (в печати).
9. Шехтман В. Производная модальная логика (на англ.) // *Moscow Math. J.* (в печати).
10. Шапировский И.Б., Шехтман В. Хронологическая модальность будущего в пространстве-времени Минковского (на англ.) – В кн.: *Advances in Modal Logic'2002* (в печати).
11. Вишик А. Мотивы квадрик с приложениями к теории квадратичных форм (на англ.) // Выйдет в серии *Lect. Notes in Math.* 90 с.
12. Kirillov A. A. Lectures on the orbit method // *American Mathematical Society* (revised edition, in preparation).
13. Яшков С.Ф. О законе больших чисел для перегруженной системы обслуживания M/G/1 с разделением процессора (на англ.) // *Stochastic Models* (представлено для публикации).

## **ЛАБОРАТОРИЯ № 5**

### ***Лаборатория теории телетрафика***

Заведующий лабораторией – д.т.н. Степанов Сергей Николаевич

Тел. (095) 299-94-15; E-mail: [stepanov@iitp.ru](mailto:stepanov@iitp.ru)

Ведущие ученые лаборатории:

д.т.н. Харкевич А. Д.  
д.ф.-м.н. Цитович И. И.

д.т.н. Ершов В. А.  
к.ф.-м.н. Наумов В. А.

### **НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:**

- построение оптимальных вычислительных алгоритмов оценки характеристик пропускной способности систем массового обслуживания, описываемых многомерными марковскими процессами;
- разработка и анализ моделей систем телетрафика, используемых для оценки перспективных систем связи;
- разработка оптимизированных программных средств оценки характеристик систем связи;
- построение асимптотически оптимальных процедур последовательного планирования экспериментов и оптимального вывода в статистических задачах систем связи;
- анализ коммутационных устройств систем связи и вычислительных систем.

### **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

Построен и исследован способ оптимизации алгоритма оценки характеристик пропускной способности идеально-симметричных схем, основанный на удалении маловероятных состояний. Подобные системы широко используются при эксплуатации и проектировании пучков соединительных линий телефонных сетей. Показано, что применение данного подхода для моделей систем связи, рассматриваемых в ситуациях с большим числом каналов или при большой нагрузке, сокращает время счета в 10 и более раз и позволяет избежать проблем, связанных с исчезновением порядка или переполнением. (С. Н. Степанов)

Показано, как методология, развитая при оценке характеристик пропускной способности многопоточковых сетей с коммутацией каналов и фиксированной маршрутизацией, может быть использована для оценки характеристик телекоммуникационных сетей, основанных на технологии MPLS и рассматриваемых на уровне соединения. Приведено описание соответствующей модели. Построенная модель может быть использована для оценки характеристик сетей с дифференцированным обслуживанием. Примеры таких моделей сетей, имеющих один-два узла и несколько потоков нагрузки, исследованы с использованием марковских процессов. (С. Н. Степанов, Е. О. Наумова, Э. И. Мелик-Гайказова)

Разработаны варианты моделей системы абонентского доступа, в том числе сопоставимые с высокопроизводительной частью мультисервисной сети связи. Модели учитывают разветвленность трафика в мультисервисной сети связи, степень объединения каналов в пучках и предназначены для совместного анализа структуры различных участков сети. (А. Д. Харкевич, Э. И. Мелик-Гайказова)

Проведен анализ асимптотического разложения функции риска асимптотически оптимальной последовательной процедуры проверки гипотез для наблюдений, образованных марковской цепью, когда максимальная вероятность ошибки стремится к нулю, при наличии малого параметра. В качестве параметра рассмотрена точность описания модели возможных распределений. Получены оценки уклонений отношения правдоподобия для дискретных распределений, обладающих условиями регулярности, характерным для распределений в сетях массового обслуживания. (И. И. Цитович)

Исследованы многогрупповые схемы коммутации как полнодоступные, так и с ограничением по числу одновременных соединений. Для различных структур многогрупповых схем коммутации определены оптимальные значения оборудования (числа точек коммутации). (В. А. Гармаш).

Исследованы  $z$ -преобразования элементарных дискретных сигналов при повышенной кратности полюсов изображений. Установлено, что таким сигналам соответствуют  $z$ -преобразования не в виде элементарных дробей, а в виде дробей более сложной структуры, названных  $V$ -дробями. Исследована структура  $V$ -дробей при произвольной кратности полюса. С помощью  $V$ -дробей разработаны новые удобные численные методы прямого и обратного  $z$ -преобразований. (А. А. Виткова)

Предлагается компактный коммутатор связи, способный одновременно функционировать как коммутатор АТМ, коммутатор SDH и маршрутизатор пакетов в сети Интернет, что позволяет эффективно использовать его для предоставления мультимедийных услуг связи. Исследованы краткосрочные и долгосрочные влияния агрегирования потоков и использования множественной маршрутизации пакетов на качество обслуживания в сетях Интернет. Предлагается объектно-ориентированная модель некоторой абстрактной многоуровневой транспортной сети связи, описанная на языке объектного моделирования UML (В. А. Наумов)

Проведен статистический анализ качества предоставления интернет-услуг модемным пользователям, включенным в АТС различных типов: декадно-шаговые, координатные и электронные (совместно с МТУ-Информ). Исследованы характеристики поступающей нагрузки: число возникающих интернет-вызовов, среднее число интернет-вызовов в ЧНН, средняя продолжительность интернет-сессии, а также зависимости некоторых параметров от времени суток. Получены оценки статистических параметров качества обслуживания интернет-пользователей для АТС различных типов. Разработан метод расчета емкости модемного пула корпоративной сети, учитывающий эффект просеивания поступающей нагрузки. (В. А. Ершов, О. Ф. Сергеева)

Найдены необходимые и достаточные условия представимости в аналитическом виде стационарного и нестационарного распределений вероятностей состояний сети Джексона. В случае бесконечного числа каналов обслуживания в каждом узле получено нестационарное распределение в аналитическом виде с начальным распределением Пуассона длины очереди в каждом узле при параметрах разомкнутой сети, не зависящих и зависящих от времени. Для произвольных начальных условий и конечного числа каналов обслуживания в каждом узле нестационарное распределение найдено методом итераций. Аналогичные результаты получены для замкнутой сети Джексона. (В. А. Ивницкий)

Найдены необходимые и достаточные условия существования мультипликативной формы стационарного распределения вероятностей состояний сети массового обслуживания с обобщенной дисциплиной разделения процессоров

## **Институт проблем передачи информации РАН**

в узлах, с параметрами, зависящими от состояния сети, и с учетом времени на передачу требований. Для случая немультимпликативной формы стационарного распределения разработан метод его асимптотического разложения по степеням малого параметра и предложен эффективный алгоритм численного расчета коэффициентов этого разложения. (О. В. Ивницкий)

### **ГРАНТЫ:**

- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 01-01-00287):** "Непараметрическая проверка гипотез с гарантийным решающим правилом и ее применения". Руководитель И. И. Цитович.

### **ПУБЛИКАЦИИ В 2002 г.**

1. Stepanov S.N., Iversen V.B., Kostrov V.O. Optimized Dimensioning of Large Bandwidth Resources Under MPLS Technology // Proc. of St. Petersburg Regional International Teletraffic Seminar "Telecommunication Network and Teletraffic Theory". Russia. St. Petersburg. Loniis. 29 January-1 February. 2002. P. 50-63.
2. Stepanov S.N., Iversen V.B., Lagutin V.S., Kostrov V.O. Modelling Issues of Differentiated Services in MPLS Networks // Proc. of St. Petersburg Regional International Teletraffic Seminar "Telecommunication Network and Teletraffic Theory". Russia. St. Petersburg. Loniis. 29 January-1 February. 2002. P. 88-93.
3. Stepanov S.N., Iversen V.B., Kostrov V.O. Modelling and Performance Measures Estimation for Networks with Differentiated Services // Proc. of 16-th Nordic Teletraffic Seminar. Finland. Espoo. Department of Electrical and Communications Engineering. Helsinki University of Technology. 21-23 August. 2002.
4. Степанов С.Н. Оптимизированный алгоритм оценки характеристик пропускной способности идеально-симметричных схем // Электросвязь. 2002. № 12.
5. Кокина О.А., Степанов С.Н. Система визуального проектирования и решения задач массового обслуживания // Труды LVII научной сессии, посвященной Дню радио. 2002. Т. 2. С. 184-186.
6. Степанов С.Н., Мелик-Гайказова Э.И., Наумова Е.О. Оценка характеристик пропускной способности моделей широкополосных сетей связи с использованием схем свертки // Труды LVII научной сессии, посвященной Дню радио. 2002. Т. 2. С. 186-187.
7. Степанов С.Н., Мелик-Гайказова Э.И., Наумова Е.О. Приближенный расчет показателей передачи нагрузки для моделей широкополосных сетей связи с учетом повторения заблокированного вызова // Труды LVII научной сессии, посвященной Дню радио. 2002. Т. 2. С. 187-188.
8. Малютов М.Б., Цитович И.И. Последовательная проверка непараметрических гипотез второго порядка оптимальности // Обозрение прикладной и промышленной математики. 2002.
9. Витков М.Г., Виткова А.А. Свойства и применения z-преобразований элементарных дискретных сигналов при кратных полюсах изображений // Электросвязь. 2002. № 5. С. 39-42.
10. Витков М.Г., Виткова А.А., Харкевич А.Д. Формирование спектра при повторении сигналов с фиксированным временным интервалом // Труды LVII научной сессии, посвященной Дню радио. 2002. Т. 2. С. 191-193.
11. Гармаш В.А. Многогрупповые схемы коммутации // Труды LVII научной сессии, посвященной Дню радио. 2002. Т. 2. С. 193-195.

### Научная деятельность в 2002 году

12. Raatikainen P., Martikainen O., Naumov V. Media Switch for Multimedia Services // Network Control and Engineering for QoS, Security and Mobility. Kluwer Academic Publishers, 2002.
13. Naumov V. Aggregate Multipath QoS Routing in the Internet // Proc. Int. Workshop "Next Generation Network Technologies". Rousse, Bulgaria. October 11-12, 2002.
14. Наумов В.А., Чистохвалов О.В., Добровольская Н.Ф. Объектно-ориентированная модель многоуровневой транспортной сети // Системы телекоммуникаций и моделирование сложных систем. М.: ПАИМС, 2002.
15. Ивницкий В.А. Об инвариантности стационарных вероятностей состояний однолинейной системы обслуживания, не имеющей мультипликативной формы // Проблемы передачи информации. 2002. Т. 38. № 4. С. 136-146.
16. Ивницкий В.А. Кусочно-непрерывная сеть массового обслуживания с дисциплиной "обобщенное разделение процессора" // Обзорение прикладной и промышленной математики, 2002.
17. Ивницкий В.А. О кусочно-непрерывной сети массового обслуживания с дисциплиной "обобщенное разделение процессора" // Труды Международной Конференции "Информационные системы и технологии". 2002. Минск, Беларусь.
18. Ivnitski V.A., Ivnitski O.V. Queueing system with "generalized processor-sharing" and dependence of service rate on residual work // Applied Stochastic Models and Information Processes. Memorial seminar dedicated to the 60th birthday of Vladimir Kalashnikov. Petrozavodsk, 8-13 September 2002.
19. Ершов В.А., Ершова Э.Б. К проблеме проектирования мультисервисных АТМ-сетей с обходами // Электросвязь. 2002.



## **ЛАБОРАТОРИЯ № 7**

### ***Лаборатория обработки биоэлектрической информации***

Заведующий лабораторией – д.б.н., профессор Титомир Леонид Иванович

Тел.: (095) 209-46-79; E-mail: [titomir@iitp.ru](mailto:titomir@iitp.ru)

Ведущие ученые лаборатории:

д.т.н. Малиновский Л. Г.

к.т.н. Жожикашвили А. В.

д.т.н. Стефанюк В. Л.

с.н.с. Айду Э. А.-И.

к.т.н. Трунов В. Г.

### **НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:**

- исследование характеристик практических систем отведений для электрокардиографического картирования в экспериментально-клинических условиях;
- разработка, модельное и экспериментально-клиническое исследование оптимальных методов локации патологических электрогенных зон в сердце для топической диагностики с использованием "экономичных" систем отведений;
- выбор наиболее информативных параметров векторкардиограммы для оценки состояния сердца летчиков и космонавтов при различных уровнях перегрузки;
- развитие эффективных методов содержательно-образного представления характеристик электрофизиологического состояния и функций сердца при неинвазивных электрокардиографических измерениях;
- сравнительное исследование модельно-структурных методов статистического анализа данных на примере электрокардиографических записей.

### **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

Предложена и исследована на математических моделях новая модификация системы векторкардиографических отведений Франка (Франк-М), содержащая такое же число электродов, как и стандартная электрокардиографическая система. Система отведений Франк-М обеспечивает более простую измерительную процедуру и в то же время значительно более высокую информативность по сравнению со стандартной электрокардиографией.

Разработан метод локации анатомического положения очагов острой ишемии в сердце при неинвазивных измерениях с использованием системы отведений Франк-М. При помощи математического моделирования определены оптимальные параметры метода.

Развит новый метод выделения информативных параметров векторкардиограммы на основе линейных преобразований векторкардиографической петли. Этот метод применен для анализа векторкардиограмм, зарегистрированных при разных уровнях перегрузки у летчиков и космонавтов в тренировочных полетах. Предложены параметры векторкардиограммы, обеспечивающие доста-

точно надежное предсказание опасных состояний сердца при воздействии на организм больших перегрузок и невесомости.

Разработаны новые методы статистического анализа электрокардиограмм, имеющие универсальную ценность и позволяющие существенно расширить возможности таких пакетов компьютерных программ, как BMDP и SAS.

На базе Российского кардиологического научно-производственного комплекса Минздрава Российской Федерации (РКНПК МЗ РФ) проведена предварительная экспериментально-лабораторная апробация предложенного метода диагностики и динамического наблюдения состояния сердца при ишемической болезни с использованием системы отведений Франк-М и оригинальной модификации метода дипольной электрокардиотопографии (ДЭКАРТО); апробация подтвердила эффективность метода и выявила перспективные направления его усовершенствования.

Ряд исследований был проведен совместно с учеными Словацкой Республики в соответствии с договорами о научном сотрудничестве, подписанными ИП-ПИ РАН с Институтом проблем измерения Словацкой академии наук, Институтом нормальной и патологической физиологии Словацкой академии наук и Международным лазерным центром в Братиславе.

Подготовлены алгоритмы и программы для реализации модифицированного метода ДЭКАРТО на разработанной словацкими учеными уникальной математической модели электрического генератора сердца в электропроводной среде грудной клетки.

Метод ДЭКАРТО был отмечен Золотой медалью на II Международном салоне инноваций и инвестиций (г. Москва, ВВЦ, 6-9 февраля 2002 г.) и дипломом на V Международном салоне изобретений "Архимед-2002" (г. Москва, 27-31 марта 2002 г.).

Сотрудники лаборатории В. Г. Трунов и Э. А.-И. Айду участвовали в международных семинарах по проекту "Астрокард" (грант INTAS № 99-01319) во Франции 21-28 февраля 2002 г.

Профессор Л. И. Титомир участвовал в международном сотрудничестве по научно-организационным вопросам как член Совета Международного общества электрокардиологии, редакционный консультант журнала "Journal of Electrocardiology" (США) и член редакционного совета журнала "Bratislava Medical Journal" (Словацкая Республика).

## ГРАНТЫ:

- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 01-01-00104):** "Математическое моделирование биоэлектрических процессов в сердце и разработка методов диагностики, динамического наблюдения и прогнозирования ишемической болезни сердца на основе компьютерных и информационных технологий".
- **INTAS (№ 99/01319):** "Monitoring of the cardiovascular system of astronauts by means of noninvasive methods based on comprehensive computerized analysis of orthogonal electrocardiogram (ASTROCARD)".

**ПУБЛИКАЦИИ В 2002 г.**

1. Титомир Л.И., Трунов В.Г., Айду Э.А.И., Агаркова Т.В. Подвижный электрический центр сердца: новая концепция и математическое моделирование // Биофизика. 2002, т. 47, с. 352-360.
2. Агаркова Т.В., Трунов В.Г., Айду Э.А.И., Титомир Л.И. Исследование метода определения подвижного электрического центра сердца на поверхностно-распределенных моделях кардиоэлектрического генератора // Биофизика. 2002, т. 47, с. 902-907.
3. Михнев А.А., Баринаева Н.Е., Сахнова Т.А., Титомир Л.И. Влияние основных антропометрических соотношений грудной клетки на векторкардиографические измерения: исследование на математических моделях // Измерительная техника. 2002, № 4, с. 56-61.
4. Михнев А.А., Титомир Л.И., Сахнова Т.А., Трунов В.Г., Айду Э.А.И. Практическая система отведений для неинвазивного картирования кардиоэлектрического поля на стандартной поверхности // Измерительная техника. 2002, № 10, с. 62-65.
5. Голубцов К.В., Орлов О.Ю., Айду Э.А.И., Трунов В.Г., Софронов П.Д., Егорова Т.С. Компьютерная система для диагностики зрения // Информационные процессы. 2002, т. 2, с. 275-278.
6. Блинова Е.В., Сахнова Т.А., Полевая Т.Ю., Трунов В.Г., Айду Э.А.И., Титомир Л.И. Дипольная электрокардиотопография – новый способ графического представления ортогональной электрокардиограммы // Практикующий врач. 2002, № 4, с. 15-17.
7. Малиновский Л.Г. Анализ статистических связей. Модельно-конструктивный подход. – М.: Наука, 2002. 688 с.
8. Titomir L.I., Mikhnev A.A., Trunov V.G., Aidu E.A.I. NEKTAL-16 lead system for noninvasive display of the cardioelectric field on an imaging sphere // Int. J. Bioelectromagn. 2002, v. 4, p. 133-134.
9. Blinova E.V., Sakhnova T.A., Atkov O.Yu., Trunov V.G., Aidu E.A.I., Titomir L.I. Mapping of repolarization duration in normal subjects by DECARTO technique // Int. J. Bioelectromagn. 2002, v. 4, p. 323-324.
10. Blinova E.V., Sakhnova T.A., Kozhemyakina E. Sh., Vaida P., Capderou A., Atkov O.Yu., Trunov V.G., Aidu E.A.I., Titomir L.I. Changes of decartograms under gravitational acceleration and microgravity // Brat. Med. J. 2002, v. 103, p. 97-100.
11. Blinova E.V., Sakhnova T.A., Kozhemyakina E. Sh., Titomir L.I., Trunov V.G., Aidu E.A.I., Vaida P., Capderou A., Cermack M., Atkov O.Yu. Changes of decartograms under microgravity during parabolic flights. – In: XII Conference on Space Biology and Aerospace Medicine. Moscow, June 10-14, 2002 (Abstracts). 2002, p. 413-414.
12. Sobolev A.V., Kozhemyakina E. Sh., Blinova E.V., Sakhnova T.A., Titomir L.I., Trunov V.G., Aidu E.A.I., Vaida P., Capderou A., Cermack M., Atkov O.Yu. ECG-parameters sensitive to the gravitation alteration. – In: XII Conference on Space Biology and Aerospace Medicine. Moscow, June 10-14, 2002 (Abstracts). 2002, p. 596-597.
13. Titomir L.I., Blinova E.V., Trunov V.G., Aidu E.A.I., Mikhnev A.A., Sidorova E.V. Diagnostic observation of the myocardial ischemia using modified Frank leads and DECARTO method. – In: 2nd European Medical and Biological Engineering Conference EMBEC'02, Vienna, Austria (accepted).

## Группа искусственного интеллекта

### **НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:**

- исследование поведения локально-организованных систем искусственного интеллекта в теории и в приложениях;
- использование теории категорий для описания задач обучения и обработки знаний в области искусственного интеллекта;
- разработка семиотических методов искусственного интеллекта;
- разработка компьютерных обучающих систем на интеллектуальных принципах.

### **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

Показано, что задача обучения может быть представлена в виде совокупности двух подзадач. Первая – передача знаний от учителя к ученику, вторая – усвоение знаний, полученных учеником. Эти две близкие подзадачи находятся в совершенно разной степени развития в научном отношении, что определяет медленный прогресс в области обучающих систем с помощью компьютера.

В области обучающихся систем получены новые математические результаты, касающиеся критериев асимптотической оптимальности конечных устройств.

На основе оригинальной схемы когнитивных уровней, вовлекаемых в обучение, для области обучающих систем построена модель трансакций, возникающих в процессе обучения. Именно эта модель положена в основу разрабатываемой в данном проекте персональной обучающей системы, позволяющей вести детальный и динамический учет личностных свойств студента, проявляющихся в ходе обучения. Система хорошо согласуется с организацией интеллектуального интерфейса, разработанного авторами проекта ранее.

По проблемам обучения В. Л. Стефанюком был подготовлен и издан специальный выпуск журнала "Новости искусственного интеллекта" № 5, содержащий как авторские материалы, так и переводы важных статей зарубежных специалистов в этой области.

Были продолжены теоретические исследования продукционных интеллектуальных систем. Было начато изучение алгоритмов автоматического формирования продукционной базы знаний в процессе обучения на примерах. Наряду с системами, использующими индивидуальные продукты, были рассмотрены системы, основанные на деревьях и сетях продуктов. Результаты докладывались В. Л. Стефанюком на международной конференции "Объединенная конференция по программированию на основе знаний (JCKBSE)" в Мариборе (Словения) и А. В. Жожикашвили, В. Л. Стефанюком на восьмой национальной конференции по искусственному интеллекту (КИИ-2002).

Выполнена работа, посвященная анализу продуктов в том виде, в котором они нашли применение в системах искусственного интеллекта. Предложено определение продукции, охватывающее значительное число конкретных вариантов продуктов, использованных в таких системах. В этом определении в самом общем виде выделены элементы, особо важные как для теории, так и для практики, которые по различным причинам оставались вне поля зрения многих исследователей. Будучи независимым от содержания знаний и форматов данных,

используемых в продукционных системах, определение является достаточно четким, допуская математическое исследование. Полученный результат подводит серьезное основание под развиваемый в группе теоретико-категорный подход к описанию интеллектуальных систем.

Начато обсуждение проблем развития мобильной связи для общественного сектора как дополнение к существующим коммерческим подходам в этой области услуг. Предлагаются методы решения этих проблем, возвращающие к оригинальной модели коллектива радиостанций, призванной обеспечить свободную мобильную связь на "общественной" основе.

Подготовлена монография по локально-организованным системам искусственного интеллекта в теории и в приложениях – основному научному направлению группы искусственного интеллекта. Вышло из печати учебное пособие по интеллектуальным обучающим системам.

В 2002 г. В. Л. Стефанюк выступил организатором и членом программного комитета следующих международных конференций:

- Объединенная конференция по программированию на основе знаний (JCKBSE), г. Марибор, Словения, сентябрь (с двумя докладами).
- Международная конференция IEEE "Интеллектуальные системы" (AIS-2002), г. Геленджик, 5-10 сентября.
- "Интеллектуальная обработка данных", г. Киев, май (с пленарным докладом).
- Национальная конференция по искусственному интеллекту (КИИ-2002) с международным участием, г. Коломна, 7-12 октября (зам. председателя конференции, с пленарным и секционным докладами).

В 2002 г. В. Л. Стефанюк был переизбран на очередной срок на должность заместителя президента Российской ассоциации искусственного интеллекта (РАИИ).

В 2001 г. руководитель группы В. Л. Стефанюк был избран постоянным членом (Fellow) Европейского координационного совета по искусственному интеллекту. В 2002 г. В. Л. Стефанюк был назначен членом программного комитета самой крупной международной конференции по искусственному интеллекту – восемнадцатой по счету, IJCAI-2003, которая будет проходить в Мексике в августе 2003 г.

В 2002 г. В. Л. Стефанюк был назначен членом программного комитета 3-й международной центрально- и восточно-европейской конференции по мультиагентным системам (SEEMAS 2003), 16-18 июня 2003 г., Чешская республика, г. Прага.

## **ГРАНТЫ:**

- **Программа Российской академии наук «Математическое моделирование и интеллектуальные системы» (№ 2.2.4):** " Проблемы построения персональных обучающих систем на основе интеллектуальных человеко-машинных интерфейсов ". Руководитель – В. Л. Стефанюк.

- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 02-01-00955):** "Проблемы построения интеллектуальных человеко-машинных интерфейсов методами локально-организованных систем". Руководитель – В. Л. Стефанюк.

**ПУБЛИКАЦИИ В 2002 г.**

1. Жожикашвили А.В., Стефанюк В.Л. О понятии продукции в искусственном интеллекте // Известия Академии наук, серия "Теория и системы управления". 2002. № 4. С. 76-81.
2. Stefanuk V.L., Zhozhikashvili A.V. Productions and rules in artificial intelligence // *Kybernetes. The Intern. J. of Systems & Cybernetics*. MCB University Press: 2002. V. 31. No. 5,6. P. 817-826.
3. Stefanuk V.L., Zhozhikashvili A.V. Algebraic Theory of Production Systems // *Proc. of the Fifth Joint Conference on Knowledge-Based Software Engineering*, ed. T. Welzer, S. Yamamoto, and I. Rozman. IOS Press, 2002. P. 116-124.
4. Стефанюк В.Л. Представление знаний и рассуждений (сжатый обзор по материалам IJCAI-2001, США), пленарный доклад // Восьмая национальная конференция по искусственному интеллекту. КИИ'2002, 7-12 октября, г. Коломна, Россия. Труды конференции. М.: Физматлит, 2002. Т. 1. С. 33-41.
5. Жожикашвили А.В., Стефанюк В.Л. Алгебраическая теория продукционных систем // Восьмая национальная конференция по искусственному интеллекту. КИИ'2002, 7-12 октября, г. Коломна, Россия. Труды конференции. М.: Физматлит, 2002. Т. 1. С. 428-436.
6. Стефанюк В.Л. Учить или учиться // *Новости искусственного интеллекта*. Российская ассоциация искусственного интеллекта. 2002. № 5. С. 113-124.
7. Стефанюк В.Л. Введение в интеллектуальные обучающие системы. – М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 2002. 58 с.
8. Стефанюк В.Л. Мобильная связь для всех // Научная сессия МИФИ-2003. Сборник научных трудов, ТЗ: «Интеллектуальные системы и технологии», Министерство образования Российской Федерации. М.: МИФИ, 2003, С. 23-25.
9. Стефанюк В.Л. Локальная организация интеллектуальных систем: Модели и приложения. М.: Физматлит, 2003. 349 с. (в печати)
10. Стефанюк В.Л. Издержки демократии // *Новости искусственного интеллекта*. Российская ассоциация искусственного интеллекта, 2002. № 6. С. 27.
11. Стефанюк В.Л. Международная объединенная конференция по искусственному интеллекту в Тбилиси (1975 г.) Политехнические чтения "КИБЕРНЕТИКА – ожидания и результаты", вып. 2, М: Знание, 2002. С. 84-89.
12. Stefanuk V.L. Semiotic Introspection in Problem Representation // *ECAI2002*. 5 p. (submitted).
13. Stefanuk V.L. In Search for Hidden Meaning: Pospelov's Work on Applied Semiotics // *Int. Conference on Integration of Knowledge Intensive Multi-Agent Systems (KIMAS'03)*. 2 p. (submitted).
14. Stefanuk V.L. Problems of Performance Measurement in Locally-Organized Systems // *Int. Conference on Integration of Knowledge Intensive Multi-Agent Systems (KIMAS'03)*. 2 p. (submitted).

## **ЛАБОРАТОРИЯ № 8**

### ***Лаборатория обработки сенсорной информации***

Исполняющий обязанности заведующего лабораторией –

к.б.н. Бастаков Владимир Антонинович

Тел.: (095) 200-14-77; Fax: (095) 209-05-79; E-mail: [bastakov@iitp.ru](mailto:bastakov@iitp.ru)

Ведущие ученые лаборатории:

д.б.н.	Лапшин Д. Н.	к.т.н.	Максимов В. В.
д.ф.-м.н.	Лебедев Д. Г.	к.б.н.	Максимова Е. М.
д.т.н.	Лебедев Д. С.	к.б.н.	Орлов О. Ю.
д.б.н.	Пигарев И. Н.	к.б.н.	Подугольникова Т. А.
д.б.н.	Рожкова Г. И.	к.б.н.	Родионова Е. И.
к.б.н.	Веденина В. Ю.	к.ф.-м.н.	Смирнов М. С.
к.т.н.	Голубцов К. В.	м.н.с.	Максимов П. В.

## **НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ**

К основным темам исследований лаборатории относятся:

- изучение информационных процессов в нервной системе человека и животных с целью построения адекватных моделей переработки информации в нервной системе, реализованных в формировании целостного поведения;
- исследование и построение математических моделей работы отдельных узлов сенсорных информационных систем (периферический, центральный и сенсомоторный уровни обработки информации);
- сравнение решений схожих задач в живых и технических информационных системах с целью усовершенствования последних;
- разработка и внедрение диагностических методов и приборов для медицины и геологии.

Для решения поставленных задач сотрудники лаборатории используют нейрофизиологические, психофизические и морфологические методы, а также исследование поведения и моделирование процессов обработки сенсорной информации. Нейрофизиологические и морфологические исследования, а также математическое моделирование сенсорных процессов направлены на изучение сетчаточных механизмов обработки информации на уровне фоторецепторов и ганглиозных клеток (периферический уровень обработки сенсорной информации). Центральный уровень обработки сенсорной информации включает в себя исследование нейронов различных отделов мозга (коры мозга и хвостатое ядро на кошках и обезьянах, промежуточного и среднего мозга рыб и лягушек). Сенсомоторный уровень обработки информации исследуются в психофизических опытах на человеке а также в поведенческих опытах на животных (константность зрительного восприятия, механизмы бинокулярного зрения, ориентация на местности, эхолокация ночных бабочек, биоакустика саранчовых в брачный период). Разрабатываются и внедряются диагностические методы и приборы для офтальмологии.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Методом "бумажной колориметрии" при ручном или механическом предъявлении движущихся бумажных стимулов одного цвета на фоне другого цвета ранее нами было показано, что дирекционально-избирательные элементы сетчатки рыб, проецирующиеся в *tectum opticum*, практически цветнослепы, т.к. подбором интенсивностей всегда удавалось уравнивать стимулы разного цвета. Чувствительность этих элементов сосредоточена в длинноволновом конце спектра. Предъявление на цветном мониторе высококонтрастных стимулов, специфицированных в терминах системы цветового зрения золотой рыбки, позволило детализировать картину. Оказалось, что спектральная чувствительность дирекционально-избирательных элементов определяется не только красночувствительными колбочками, но также и зеленочувствительными, которые вносят слабый вклад с отрицательным знаком (цветовая оппонентность). В результате подавляется чувствительность в сине-зеленой области спектра, а максимум сдвигается еще дальше в красный конец, что можно считать приспособлением к зрению под водой, где из-за сильного рассеяния в сине-зеленой области спектра четкое зрение возможно только в красном конце спектра. (В. В. Максимов, Е. М. Максимова)

Предложена гипотетическая пост-сетчаточная структура, выделяющая красно-зелёный оппонентный сигнал из выходных сигналов карликовых ганглиозных клеток, отделяя его от сигнала светлоты. Структура состоит из инвертора выходных сигналов, объединяющего в одну группу сигналы оп-клеток с L-центром и off-клеток с M-центром, а в другую группу – сигналы оп-клеток с M-центром и off-клеток с L-центром. Инвертор соединён с фильтром нижних пространственных частот, подавляющим ложные цветовые сигналы, которые вызваны влиянием сигналов светлоты. Эта фильтрация, как правило, обеспечивает выделение "чистого" оппонентного сигнала. Однако компьютерные эксперименты показали, что специально подобранные стимулы могут создавать такие сильные ложные цветовые сигналы, которые не полностью подавляются фильтром. Возможно, что этим объясняются наблюдаемые в психофизических опытах субъективные цвета при предъявлении некоторых ахроматических стимулов. (Д. С. Лебедев)

Методом компьютерного моделирования исследованы возможные способы организации красно-зелёной цветовой оппонентности в наружной сетчатке и подробно исследован вариант получения оппонентных свойств с помощью бызовской эфаптической обратной связи с горизонтальных клеток на колбочки. Выходной сигнал колбочек – выделение медиатора глутамата – управляются потенциалами синаптически связанных с ними горизонтальных клеток. Однако в отличие от схем с прямой связью такая схема цветовой оппонентности встречается с некоторыми логическими трудностями. Физиологические функции, обычно приписываемые цветовой оппонентности, требуют, чтобы оппонентный сигнал не зависел от яркости (т.н. "чистая" цветовая оппонентность). Для этого выделение медиатора не должно зависеть от интенсивности стимула. Парадокс заключается в том, что в этом случае горизонтальные клетки, очевидно, также не получают никакой информации об интенсивности, и поэтому не могут обеспечить требуемую обратную связь. К сожалению, этот факт, понятный каждому радиотехнику, до конца не осознавался нейрофизиологами. Однако парадокс может быть разрешён, если предположить, что цепь обратной связи обладает практически бесконечным коэффициентом усиления. Тогда выходной сигнал



колбочек оказывается довольно стабильным, в то время как потенциал горизонтальной клетки действительно отражает изменения интенсивности и обеспечивает необходимый сигнал обратной связи. Существенное усиление потенциалов в горизонтальных клетках возможно благодаря специальному (нелинейному) виду вольтамперных характеристик их несинаптических мембран. Соответствующее "отрицательное" сопротивление мембран горизонтальных клеток сетчатки рыб было описано А. Л. Бызовым с соавторами в 1977 г. (Byzov et al.; Vision Research, 1977, 17, 265-273), но его функция оставалась неясной. Первая, аналоговая модель, выполненная на основе операционных усилителей, подтвердила, что ответы, не зависящие от интенсивности входных стимулов, могут быть получены при использовании операционного усилителя с "бесконечным" усилением в цепи обратной связи. Вторая, подробная компьютерная модель наружной сетчатки, построенная в рамках гипотезы Алексея Леонтьевича Бызова об эфаптической обратной связи в триадных синапсах, демонстрирует, что обратная связь через горизонтальные клетки, мембраны которых имеют на вольтамперной характеристике участок с отрицательным сопротивлением, действительно обеспечивает "чистую" цветовую оппонентность. (В. В. Максимов, П. В. Максимов)

Предложено новое объяснение эффекта Мак-Коллаф – ориентационно-обусловленного цветового последействия (ООЦП). Этот эффект ООЦП, как и другие иллюзии, является следствием работы некоторого зрительного механизма (предположительно – фильтра новизны), полезного в естественных условиях, но дающего в специальных экспериментальных условиях стимуляции неверные зрительные ощущения. В отношении ООЦП никаких соображений о том, чем полезен фильтр новизны для зрительной системы не высказывалось. Обычно ему приписывается функция запоминания в распределенных весах синапсов часто встречающегося изображения и "вычитания" из текущего. Однако фильтр новизны можно представить также как устройство, устраняющее взаимную корреляцию входных сигналов (инструмент исправления а priori неизвестных оптических искажений, расфокусировки, хроматической аберрации и пр.). Предварительные эксперименты, проведенные с компьютерной моделью, показывают, что фильтр новизны позволяет избавляться от избыточности зрительной информации, поступающей на его вход. В частности, такая избыточность может быть обусловлена значительной областью перекрытия кривых спектральной чувствительности красночувствительных и зелёночувствительных приёмников. В этом случае после длительной адаптации к таким коррелированным сигналам фильтр новизны осуществлял бы цветооппонентное преобразование. (П. В. Максимов, В. В. Максимов)

До недавнего времени при исследовании бинокулярного зрения внимание уделялось почти исключительно механизмам стереопсиса, работающим на основе сравнения позиций корреспондирующих точек в левом и правом изображениях. В то же время в бинокулярной системе человека есть и принципиально другие механизмы, способные в отсутствие корреспондирующих элементов формировать единый образ из непарных фрагментов двух изображений. Особый интерес эти интегративные механизмы представляют в связи с тем, что в случаях бинокулярных расстройств они обычно нарушаются позже других, а восстанавливаются в первую очередь. Сравнительное изучение этих механизмов у взрослых и у детей разного возраста с нормальным и нарушенным бинокулярным зрением показало, что скорость бинокулярной интеграции у детей достигает взрослой нормы примерно к 9-летнему возрасту, а степень замедле-

ния интегративных процессов коррелирует со степенью нарушения бинокулярных функций. Полученные данные могут быть использованы в целях дифференциальной диагностики, оптимизации коррекционных процедур и прогнозирования результатов лечения при восстановлении и развитии бинокулярного зрения. (Г. И. Рожкова, Т. А. Подугольникова)

Наша предыдущая работа (Neuroscience, 1993) показала, что нейроны первичной зрительной коры отвечали на электрическую интраперитонеальную стимуляцию во время медленно волнового сна. Это наблюдение открывало новое направление в исследовании функции сна. Однако были возражения, что электрическая стимуляция не является адекватной для желудочно-кишечного тракта, и наблюдаемые эффекты могли быть неспецифическими по своей природе. Задачей работы в этом году была проверка наших наблюдений при использовании естественной активности желудочно-кишечного тракта. Три кошки были прооперированы для хронического исследования нейронной активности в корковой зрительной зоне V4A. Электроды для хронической регистрации миоэлектрической активности были имплантированы в гладкомышечную стенку желудка. Электроды, имплантированные в желудок, регистрировали типичные мигрирующие миоэлектрические комплексы – высокоамплитудные всплески периодической активности, происходящие каждые 10-20 секунд и отражающие сильное мышечное сокращение стенки желудка. Было обнаружено, что во время медленноволнового сна появление мигрирующих комплексов в желудке совпадало с сильным возрастанием импульсной активности в зрительной зоне V4A. Движения глаз, имеющие место во время медленноволнового сна, также совпадали с активностью желудка. Эти наблюдения подтвердили вовлечение корковых зон в анализ висцеральной информации во время сна и непосредственно продемонстрировали, что медленноволновая активность, регистрируемая в коре мозга во время сна, отражает деятельность желудочно-кишечного тракта. (И. Н. Пигарев)

В охотничьем поведении монокулярной лягушки, в экспериментальной ситуации, когда животное медленно подходит к остановленной добыче, впервые выявлены параметры видимого объекта (смещение без изменения расстояния и изменение видимого углового размера), изменение которых приводит к возникновению у животных иллюзии изменения расстояния до объекта, хотя на самом деле дистанция в опыте не менялась. В психофизических экспериментах на человеке исследована схожая ситуация. Получены предварительные данные о том, что в ситуации, когда один глаз был закрыт, у испытуемых возникала стойкая иллюзия смещения стимула в сторону от глаза, когда стимул приближался, и к центру, когда стимул удалялся. (В. А. Бастаков)

Обсуждаются взаимоотношения между языком и зрением: (а) черты сходства в способах переработки двух столь разных сенсорных потоков, и (б) место лексикологии, апеллирующей к зрительным ассоциациям, для описания ментальных процедур в сфере «познания» и в области социальных контактов и взаимоотношений. Отмечается широкое использование «зрительных» терминов в различных выражениях и идиомах, разрывающее исходную связь смысла слова (его семантики) с его корнем и происхождением (этимологией). Обсуждается интерес консервативных оборотов речи, восходящих к вековым традициям, и их сравнительно-лексикологического анализа как в близких (например, славянских), языках, так и далёких (санскрит, финно-угорские и т.д.), для реконструкции менталитета их носителей и общечеловеческих тенденций работы интеллекта. (О. Ю. Орлов)

Мы исследовали воздействие ароматов мяты и лаванды на выполнение обычных школьных заданий по математике и русскому языку школьниками начальной и средней школы. Присутствие в классе ароматических веществ даже в очень низкой концентрации ( $0.03 \text{ мг/м}^3$ ) оказывало влияние на результаты школьных работ. Количество ошибок в словарном диктанте снижалось в присутствии аромата мяты. Однако при списывании текста, задании, связанном почти исключительно с такой функцией, как внимание, воздействие мяты не обнаружилось. Аналогичное действие аромата мяты было обнаружено и при выполнении заданий по математике. При выполнении в присутствии мятного масла арифметического диктанта – устного решения относительно простых математических задач – количество ошибок снижалось, в то время как, на самостоятельное письменное решение арифметических примеров присутствие аромата мяты влияния не оказывало. Действие аромата лаванды было двояким: также как и в присутствии мяты, в присутствии лаванды снижалось количество ошибок в словарном диктанте, однако в обоих математических тестах количество ошибок возрастало. Вероятно, ароматические вещества влияют избирательно на какие-то определенные составляющие мыслительного процесса, например, оперативную память или логическое мышление, причем направленность действия мяты и лаванды различна. (Е. И. Родионова)

Исследовали форму частотно-пороговых характеристик лоцирующих бабочек при разных задержках тональных стимулов относительно собственных сигналов насекомых. Показано, что зона оптимума акустического восприятия циклически смещается по частотной оси. Непосредственно после эмиссии эхолокационного щелчка слуховая система "настроена" на основной спектральный пик ожидаемого эхосигнала (40-50 кГц), однако уже через 15 мс зона оптимума сдвигается к 24 кГц. Частота настройка слуховой системы определяется силой натяжения тимпанальной мембраны мышцами метаторакса. Особое внимание насекомых к низкочастотной части ультразвукового диапазона можно объяснить необходимостью прослушивать окружающее пространство с целью обнаружения эхолокационных сигналов приближающихся хищников. (Д. Н. Лапшин)

В поведенческих экспериментах в условиях свободного выбора интактные самки двух близкородственных видов саранчовых *Chorthippus albomarginatus* и *C. oschei* избирательно (в 80-90% случаев) отвечали интактным конспецифическим самцам. После удаления химического или зрительного компонентов сложного полимодального сигнала ухаживания избирательность реакций самок не менялась, в то время как удаление акустического компонента не только уменьшало избирательность реакций, но и существенно снижало количество положительных ответов в целом. Таким образом, акустический компонент ухаживания не только один из факторов репродуктивной изоляции между близкородственными видами, но и фактор полового отбора. Для оценки частоты гибридизации между близкородственными видами саранчовых *Chorthippus albomarginatus* и *C. oschei* оценивали корреляцию между различными признаками (звуковыми сигналами и морфологическими характеристиками). В 15 различных популяциях гибридной зоны практически у всех исследованных самцов была выявлена корреляция между сигналами ухаживания и числом стридуляционных шипиков. (В. Ю. Веденина)

## ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

12 февраля 2002 года в ИППИ РАН были проведены Мемориальные чтения, посвященные памяти всемирно известного ученого, члена-корреспондента РАН, д.б.н., профессора Алексея Леонтьевича Бызова. Организаторы чтений Л. М. Чайлахян и В. А. Бастаков.

### ГРАНТЫ:

- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 00-04-48657):** "Механизмы константного восприятия размеров движущихся объектов у лягушек и жаб". Руководитель В. А. Бастаков.
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 01-04-48632):** "Механизмы и функции цветовой opponентности в зрении позвоночных". Руководитель В. В. Максимов.
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 01-04-48704):** "Исследование топографической макромозаики и свойства константного представления глубины в четвертом экстрастриарном слое (зрительной зоне V4A) затылочной коры кошки". Руководитель И. Н. Пигарев.
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 01-04-49484):** "Механизмы возрастной изменчивости остроты зрения". Руководитель Г. И. Рожкова.
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 02-04-07552):** конкурс "МАС". Руководитель П. В. Максимов.
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 02-04-48256):** "Частотная перестройка слуховой системы ночных бабочек (Lepidoptera, Noctuidae)". Руководитель Д. Н. Лапшин.
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 02-04-58750):** "Участие в 25-й ежегодной европейской конференции по зрительному восприятию ECVP" (Глазго, Великобритания, 25-29 августа 2002 г.). Руководитель П. В. Максимов.
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 02-04-58860):** "Участие в 25-й ежегодной европейской конференции по зрительному восприятию ECVP" (Глазго, Великобритания, 25-29 августа 2002 г.). Руководитель Д. П. Николаев.
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 02-04-59052):** участие в 22-м ежегодном совещании Научного общества сравнительных нейробиологов "The J. V. Johnston Club" (30 октября – 10 ноября 2002 г., Орlando, США). Руководитель В. А. Бастаков.
- **Sense of Smell Institute Grant:** "The effects of fragrances on memory and mental performance in schoolchildren". Руководитель Е. И. Родионова.
- **Alexander von Humboldt Foundation Grant (Stipend), IV RUS/1054747 STP:** "Hybrid zone and barriers to gene exchange between closely related grasshopper species of the Chorthippus albomarginatus-group". Руководитель В. Ю. Веденина.

### ПУБЛИКАЦИИ В 2002 г.

#### Статьи

1. **Бызов А.Л.** Физиология сетчатки: нейромедиаторы и электрогенез. – В кн.: Клиническая физиология зрения. Ред. А.М. Шамшинова и др. М.: МНИИГБ им. Гельмгольца, 2002. С. 25-37.

## **Институт проблем передачи информации РАН**

2. Воронцов Д.Д., Лапшин Д.Н. Частотная перестройка слуховой системы акустически активных бабочек-совок (Noctuidae, Lepidoptera) // Доклады РАН. 2002. Т. 386. № 3. С. 415-417.
3. Pigarev I.N., Nothdurft H.-Ch., Kastner S. Neurons with radial receptive fields in monkey area V4A: evidence of a subdivision of prelunate gyrus based on neuronal response properties // Exp. Brain Res. 2002. P. 199-206.
4. Podugolnikova T.A., Kondrashev S.L. Varieties of ganglion cells of the marine fish retina projecting to the optic tectum: an HRP study // Studia Marina. 2002. V. 23. № 1. P. 115-122.
5. Рожкова Г.И., Васильева Н.Н., Токарева В.С. Бинокулярная интеграция у детей дошкольного и младшего школьного возраста // Сенсорные системы. 2002. Т. 16. № 3. С. 221-229.
6. Rozhkova G.I., Podugolnikova T.A. Individual variability of accommodation in children with normal acuity of far and near vision // Ocular Biomechanics. 2002. P. 128-136.
7. Егорова Т.С., Голубцов К.В. КЧСМ в определении зрительной работоспособности слабовидящих школьников // Информационные процессы. 2002. Т. 2. № 1. С. 106-110.
8. Голубцов К.В., Орлов О.Ю., Аиду Э. А.-И., Софронов П.Д., Трунов В.Г., Егорова Т.С. Компьютерная система для диагностики зрения // Информационные процессы. 2002. Т. 2. № 1. С. 275-278.
9. Шигина Н.А., Куман И.Г., Голубцов К.В. Особенности использования импульсного хроматического света в диагностике и лечении атрофии зрительного нерва // РМЖ – Клиническая Офтальмология. 2002. Т. 3. Вып. III. С. 37-40.
10. Зуева М.В., Цапенко И.В., Голубцов К.В., Захарова М.Ю., Яковлев А.А., Хватова А.В. Диагностические возможности метода мультифокальной КЧСМ – В кн.: Клиническая физиология зрения. Ред. А.М. Шамшинова и др. М.: МНИИГБ им. Гельмгольца, 2002. С. 268-274.
11. Шигина Н.А., Куман И.Г., Голубцов К.В. Выбор и модификация методов диагностики атрофии зрительного нерва в условиях поликлиник. – В кн.: Клиническая физиология зрения. Ред. А.М. Шамшинова и др. М.: МНИИГБ им. Гельмгольца, 2002. С. 441-447.

### **В печати**

1. Кульчицкий С.В., Максимов В.В., Максимов П.В., Лемак М.С., Воронин Л.Л. Корреляция между парными ответами подтверждает наличие положительной эфаптической обратной связи в центральных синапсах // Доклады РАН. 2003 (принята к печати).
2. Лебедев Д.С. Компьютерная модель сети карликовых нейронов в центральной сетчатке приматов // Сенсорные системы. 2003 (сдана в печать).
3. Vedenina V.Yu., Helvesen O.v. Complex courtship in a bimodal grasshopper hybrid zone // Behav. Ecol. Sociobiol. 2003 (in press).
4. Подугольникова Т.А., Носова М.Ф. Оценка уровня развития кратковременной зрительной памяти у дошкольников с нарушениями бинокулярного зрения // Дефектология. 2003. № 1. (в печати).
5. Максимова Е.М., Бастаков В.А. Физиология зрительного анализатора. – Руководство к практическим занятиям по курсу физиологии животных и человека. М.: Изд-во МГУ, 2003 (в печати).

Тезисы докладов

1. Maximov P.V., Maximov V.V. Colour opponency by means of feedback from horizontal cells: a role of amplification by their nonsynaptic membrane // Perception. 2002. V. 31 (Suppl). 3. 137.
2. Maximova E.M., Vabishchevich A.P., Denisenko A.V., Maximov P.V., Orlov O.Yu., Maximov V.V. Directionally selective units in the goldfish retina: A colour-blind mechanism driven by two spectral classes of cones // Proc. of the 29th Goettingen Neurobiology Conference. 2002. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York.
3. Lemak M.S., Maximov V.V., Maximov P.V., Koulchitsky S.V., Voronin L.L. Evidence for ephaptic feedback in mossy fiber-CA3 synapses: Positive correlation between paired responses // Proc. of the 29-th Goettingen Neurobiology Conference 2002. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York.
4. Bastakov V.A. Two visual illusions associated with size constancy perception in frogs and toads // Abstracts of 32nd Society for Neuroscience meeting (Orlando, USA, November 1-7, 2002). Program No. 189.1. 2002 Abstract Viewer/Itinerary Planner.
5. Nikolaev D.P., Bozhkova V.P., Nikolayev P.P. Linear color segmentation and its implementation // Perception. 2002. V. 31 (Suppl). P. 67-68.
6. Николаев Д.П., Николаев П.П. Быстрый алгоритм выделения объектов, основанный на линейной модели формирования спектрального стимула // В сб.: "Искусственные интеллектуальные системы" и "Интеллектуальные САПР". Труды международной конференции IEEE AIS'02 и CAD-2002. М.: Физматлит, 2002. С. 410-416.
7. Nikolaev D.P., Nikolayev P.P. Estimation of reflectance properties following color segmentation (Colour constancy model using colour segmentation data) // Perception. 2002. V. 31 (Suppl). P. 138.
8. Prokhorov K.A., Nikolaeva G.Yu., Gordeyev S.A., Nikolaev D.P., Pashinin P.P. Raman structural study of polyethylene: the range of stretching vibrations of CH<sub>2</sub> group // Proc. of the Eighteenth International Conference on Raman Spectroscopy (ICORS 2002). 2002, John Wiley & Sons, Ltd., P. 711-712.
9. Голубцов К.В., Орлов О.Ю., Софронов П.Д. Новые средства диагностики в офтальмологии // Труды конференции "Научные исследования в наукоградах Московской области" (2002, г. Пущино). С. 62.
10. Орлов О.Ю. У истоков Института биофизики АН СССР (Персоналия) // Труды конференции "Научные исследования в наукоградах Московской области" (2002, г. Пущино). С. 106.
11. Андреев В.П., Трушкин Ф.А. Анализ телевизионных изображений в системе технического зрения робота "Крокус" // Мобильные роботы и мехатронные системы: Материалы научной школы-конференции (Москва, 3-4 декабря 2001). М. Изд-во Московского университета. С. 275.
12. Максимов В.В., Орлов О.Ю., Панютин А.К. Нейроэтология цветового зрения бесхвостых амфибий // Труды конференции "Научные исследования в наукоградах Московской области" (2002, г. Пущино). С. 98.
13. Голубцов К.В., Орлов О.Ю., Шигина Н.А. Устройство для диагностики глаукомы «АМЕЛИЯ» // Каталог V Московского Международного салона промышленной собственности "Архимед-2002". С. 45.
14. Голубцов К.В., Трунов В.Г., Айду Э.А.-И. Компьютерная система для диагностики зрения детей «КЧСМ-К» // Каталог V Московского Международного салона промышленной собственности "Архимед -2002". С. 46.

## **Институт проблем передачи информации РАН**

### **Патенты и изобретения**

1. Голубцов К.В., Куман И.Г., Хейло Т.С., Богданова Л.В., Софронов П.Д. Способ диагностики нарушений зрительных функций и устройство для их осуществления. Патент на изобретение № 2189168 // Бюллетень изобретателя № 26 от 20.09.2002 г.
2. Голубцов К.В., Софронов П.Д. Устройство для диагностики патологии зрительной системы у детей по критической частоте слияния мельканий // Заявка на изобретение. Положительное решение от 10.08.2002 г.
3. Голубцов К.В., Орлов О.Ю., Шигина Н.А. Устройство для диагностики патологии зрительного нерва // Заявка на изобретение.
4. Голубцов К.В., Софронов П.Д., Куман И.Г. Устройство для компьютерной диагностики односторонней атрофии волокон зрительного нерва // Заявка на изобретение.
5. Явелов И.С., Голубцов К.В., Милехин Ю.М. и др. Устройство для контроля параметров сердечно-сосудистой системы // Заявка на изобретение.
6. Голубцов К.В., Бубра В.И., Шамшинова А.М. и др. Устройство для регистрации локальной электроретинограммы // Заявка на изобретение.
7. Голубцов К.В., Трунов В.Г., Аиду Э.А.-И. Способ топической диагностики поля зрения и устройство для его осуществления // Заявка на изобретение.

### **Дипломы и медали**

1. Голубцов К. В. награжден Дипломом и медалью лауреата конкурса "Техника – колесница прогресса", проводимого редакцией журнала "Изобретатель и рационализатор" (г. Москва, 28 января 2002 г.).
2. Голубцов К. В. награжден Дипломом и Золотой медалью V Международного салона промышленной собственности "Архимед-2002" (г. Москва, 27-31 марта 2002 г.) за разработку прибора для диагностики зрительных нервов "Амелия".
3. Голубцов К. В. и Орлов О. Ю. награждены Дипломами почтения и благодарности за активное участие в организации и проведении V Международного салона промышленной собственности "Архимед-2002" (г. Москва, 27-31 марта 2002 г.).
4. Голубцов К. В. награжден Золотой медалью и Дипломом Международного фестиваля инноваций, знания и творчества "Tesla fest 2002" (Югославия, г. Нови Сад, октябрь 2002 г.) за создание прибора "Радуга-3".
5. Голубцов К. В. награжден Дипломом участника Международной универсальной выставки "Ресурсы, идеи, технологии – взгляд в ЭКСПО-2010" (г. Москва, ВВЦ, 22-25 октября 2002 г.).
6. Голубцов К. В. с соавторами награждены двумя золотыми медалями на 51-м Всемирном салоне изобретений, научных исследований и промышленных инноваций "Брюссель – Эврика 2002" (Бельгия, г. Брюссель, 3-11 ноября 2002 г.) за разработку прибора для коррекции кровяного давления "Радуга-3" и прибора для диагностики перитонита.
7. Голубцов К. В. с соавторами награждены Дипломом за активное участие в форуме и медалью за создание прибора "Радуга-3" на I российско-кипрском форуме "Изобретения и научные открытия в XXI веке" (Кипр, г. Никосия, 24 мая – 2 июня 2002 г.).
8. Голубцов К. В. награжден серебряной медалью за изобретение прибора "Радуга-3" на Сеульской международной выставке "SIIF 2002" (Корея, г. Сеул, 4-8 декабря 2002 г.).

## ЛАБОРАТОРИЯ № 9

### *Лаборатория нейробиологии моторного контроля*

Заведующий лабораторией – академик, д.м.н.

Гурфинкель Виктор Семенович

Тел.: (095) 209-28-95, (095) 951-09-60; E-mail: [lab9@iitp.ru](mailto:lab9@iitp.ru)

Ведущие ученые лаборатории:

д.б.н.	Липшиц М. И.	к.б.н.	Попов К. Е.
к.ф.-м.н.	Гришин А. А.	к.б.н.	Селионов В. А.
к.ф.-м.н.	Иваненко Ю. П.	к.б.н.	Солопова И. А.
к.б.н.	Казенников О. В.	к.б.н.	Сметанин Б. Н.
к.б.н.	Кожина Г. В.	к.б.н.	Талис В. Л.
к.б.н.	Левик Ю. С.	к.б.н.	Шлыков В. Ю.

## НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория нейробиологии моторного контроля Института проблем передачи информации РАН ведет исследования механизмов управления позой и движениями в течение более 25 лет. В последнее время в работе лаборатории большое место занимают вопросы участия системы внутреннего представления в управлении движениями и систем отсчета, используемых организмом для организации двигательного поведения. За последние годы получены данные, показывающие, что при создании иллюзорного представления о положении звеньев тела многие двигательные реакции такие как вестибуломоторные и шейные влияния на мышцы ног, глазодвигательные реакции определяются не реальной конфигурацией тела, а ее отражением в системе внутреннего представления.

В работе лаборатории большое место занимали исследования нейронных механизмов управления локомоцией кошки (д.б.н. М. Л. Шик с сотрудниками). В последние годы начаты исследования шагательных автоматизмов у человека.

Пилотируемые космические полеты дают возможность проведения исследований того, как центральная нервная система человека адаптируется к изменившимся условиям, в какой мере гравитационный фактор является существенным в процессах обработки проприоцептивной информации и управления движениями. В 1982-2002 гг. в рамках совместных проектов с Францией был проведен ряд исследований в этом направлении в условиях космических полетов.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В ходе исследований роли проприоцептивных обратных связей в управлении произвольными движениями был сделан важный с теоретической точки зрения вывод о том, что представления о координации не могут быть построены только на основании изучения односуставных (лабораторных) движений, так как в этом случае используется только прямое управление, одна обратная связь и одна копия моторной команды. На примере естественного движения (вставания из положения лежа на спине без помощи рук) показано, что наряду с мышцами,



реализующими основной рисунок движения, в нем участвует еще много других мышц, активность которых может иметь вспомогательный характер или быть бесполезной. В реализации естественных движений используются одновременно и последовательно разные физиологические механизмы: прямое управление, синергии и автоматизмы, и рефлексy. Сложный характер имеют и обратные связи. Координация обеспечивает согласование подвижности и устойчивости. Было показано, что мышцы корпуса активно участвуют в динамической стабилизации позы. Эта динамическая стабилизация сочетается с фиксационной активностью мышц спины.

Подтверждена гипотеза о том, что антиципаторные движения глаз в ответ на скручивание позвоночника определяются изменениями во внутреннем представлении о конфигурации тела, а не прямыми проприоцептивными входами. Такая антиципаторная ориентация возможно помогает в формировании устойчивой системы отсчета, необходимой для программирования и реализации движений. Интересно также, что в данных экспериментах отчетливо проявляется связь между высшими (уровень пространственного поля) и низшими (уровень синергий) уровнями системы управления движениями по Н. А. Бернштейну.

Показано, что ЦНС может формировать систему координат, связанную с внешним пространством и служащую для восприятия движений всего тела, не только на основе зрительной и вестибулярной информации, но и на основе проприоцептивных сигналов. При этом доминирование ощущения возвратно-поступательного движения или поворота напрямую связано с преобладанием сигналов от рецепторов определенных мышц.

В рамках сотрудничества с лабораторией моторных систем неврологической клиники Бернского университета возглавляемой профессором М. Визендангером и лабораторией нейрофизиологии слуха и моторного контроля Института физиологии Фрибургского университета был проведен анализ данных по координации движений рук во время игры на скрипке. С помощью системы ELITE регистрировали движения указательного, среднего, безымянного и маленького пальцев левой руки и движения смычка, осуществляемого правой рукой. Предварительный анализ показывает, что прижимание струны пальцами левой руки происходит в момент изменения направления движения смычка. Было обнаружено, что интервал между точкой поворота смычка и прижимом струны не отличался у разных испытуемых, хотя техники исполнения музыкальной фразы отличались значительно.

С целью выяснения того, как меняется точность внутреннего представления длин звеньев в процессе созревания двигательной системы, обследовали точность указания характерных точек руки без зрительного контроля у взрослых и детей 4-11 лет.

Получено, что у детей, как и у взрослых, происходит кажущееся укорочение руки, при этом кисть укорачивается сильнее, чем предплечье. У детей 4-6 лет на 40% уменьшается и длина руки в целом. Это связано с тем, что у детей более выражена недооценка длины предплечья. Разброс данных по группе у детей больше, чем у взрослых, что, по-видимому, связано с неодинаковой скоростью созревания соответствующих структур мозга.

Методом транскраниальной магнитной стимуляции установлено возрастание роли двигательной коры в регуляции позы при увеличении сложности двигательной задачи. Для изучения супраспинальных влияний применяли транскраниальную магнитную стимуляцию моторной коры человека при стоянии на ус-

тойчивой и неустойчивой опоре. При переходе от стояния на твердом полу к стоянию на подвижной опоре абсолютный ЭМГ-ответ на транскраниальную магнитную стимуляцию возростал 2,7 раза. При этом амплитуда Н-рефлекса, отражающая рефлекторную возбудимость мотонейронов спинного мозга, не изменялась. Таким образом, показано, что возрастание ЭМГ-ответов камбаловидной мышцы на транскраниальную магнитную стимуляцию при стоянии на подвижной опоре по сравнению с ответами на ровном полу связано не с увеличением рефлекторной возбудимости спинальных мотонейронов, а с повышенной активностью корковых структур. Позный контроль на неустойчивой опоре представляет собой более сложную задачу и поэтому требует вовлечения высокоуровневых супраспинальных структур в процесс сенсомоторной интеграции для поддержания равновесия.

Начаты исследования вестибулярного тонуса человека методом гальванической стимуляции лабиринта. Эксперименты подтверждают теоретические разработки, согласно которым уровень тонической активности в вестибулярных нервах определяет разницу в величине позных реакций на одностороннюю гальваническую стимуляцию лабиринта анодными и катодными стимулами. Полученные данные свидетельствуют о высоких межиндивидуальных различиях в уровне вестибулярного тонуса.

В 2002 году сотрудниками Лаборатории были защищены две диссертации:

- М. И. Липшицем на соискание степени доктора биологических наук по специальности биомеханика на тему "Сенсомоторное взаимодействие и система внутреннего представления человека (исследования в наземных условиях и в невесомости)";
- И. А. Солоповой на соискание степени кандидата биологических наук по специальности биомеханика на тему "Структурно-функциональные особенности системы поддержания вертикальной позы человека".

### **ГРАНТЫ:**

- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 00-04-48156):** "Изучение супраспинального контроля и адаптивных механизмов поддержания равновесия при стоянии на неустойчивой опоре". Руководитель Ю. П. Иваненко.
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 02-04-48234):** Проприоцептивное восприятие и калибровка внутренней модели тела. Руководитель Ю. С. Левик.
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 02-04-48302):** "Исследование вестибулярного тонуса человека методом гальванической стимуляции лабиринта". Руководитель К. Е. Попов.

### **ПУБЛИКАЦИИ В 2002 г.**

#### Статьи

1. Гришин А.А., Ленский А.В., Охоцимский Д.Е., Панин Д.А., Формальский А.М. О синтезе управления неустойчивым объектом. Перевернутый маятник // Изв. Академии наук. Теория и системы управления. 2002. № 5. С. 14-24.

2. Липшиц М.И., Гурфинкель В.С., Дешонен С., Макинтайер Д., Бертоз А. Гравитация и полушарная специализация мозга при задаче определения билатеральной симметрии // Физиология человека. 2002. Т. 28. № 2. С. 5-11.
3. Липшиц М.И., Гурфинкель В.С., Лестьен Ф., Ролль Ж.-П. Нейрофизиологические исследования в невесомости. I. Регуляция позы и движений. – В кн.: Орбитальная станция Мир. Космическая биология и медицина. Т. 2, М.: изд-во ГНЦ РФ ИМБП РАН, 2002.
4. Липшиц М.И., Макинтайер Д., Бертоз А. Нейрофизиологические исследования в невесомости. II. Сенсорное взаимодействие и внутренняя система отсчета. – В кн.: Орбитальная станция Мир. Космическая биология и медицина. Т. 2. М.: изд-во ГНЦ РФ ИМБП РАН, 2002.
5. Сметанин Б.Н., Попов К.Е., Кожи на Г.В. Позные реакции человека на вибрационную стимуляцию мышц голени в условиях зрительной инверсии // Физиология человека. 2002. Т. 28, № 5. С. 53-58.
6. Солопова И.А., Иваненко Ю.П., Левик Ю.С. Позные вибрационные реакции человека во фронтальной плоскости при стоянии на различных типах неустойчивых опор // Физиология человека. 2002. Т. 28. № 3. С. 76-81.
7. Солопова И.А., Казенников О.В., Денискина Н.В., Иваненко Ю.П., Левик Ю.С. Сравнение ответов мышц ног на транскраниальную магнитную стимуляцию при стоянии на устойчивой и неустойчивой опоре // Физиология человека. 2002. Т. 28. № 6. С. 80-85.
8. Kazennikov O., Perrig S., Wiesendanger M. Kinematics of a coordinated goal-directed bimanual task // Beh. Brain Res. 2002.V. 134. P. 83-91.
9. Solopova I.A., Kazennikov O.V., Deniskina N.B., Levik Y.S., Ivanenko Y.P. Postural instability enhances motor responses to transcranial magnetic stimulation in humans // Neuroscience Letters. 2002. V. 337. No. 1. P. 25-28.
10. Bresciani J.-P., Vercher J.-L., Blouin J., Popov K., Bourdin C., Sarlegna F., Gauthier G.M. Galvanic vestibular stimulation in humans produces online arm movement deviations when reaching towards memorized visual targets // Neuroscience Letters. 2002. No. 318. P. 34-38.
11. Cordo P, Flores-Vieira C, Verschueren S, Inglis T, Gurfinkel V. Position Sensitivity of Human Muscle Spindles: Single Afferent and Population Representation // J. Neurophysiol. 2002. V. 87. P. 1186-1195.
12. Hedges P.W., Gurfinkel V.S., Brumagne S., Smith T.C., Cordo P.C. Coexistence of stability and mobility in postural control: evidence from postural compensation for respiration // Exp. Brain Res. 2002. No. 144. P. 293-302.
13. Cordo P., Gurfinkel V. Motor coordination can be fully understood only by studying complex movements // Prog. Brain Res. (в печати).

#### Тезисы

1. Денискина Н.В. Изменение устойчивости стояния человека в зависимости от конфигурации его опорно-двигательного контура во фронтальной плоскости // VI Всероссийская конференция по биомеханике. Тезисы докладов: ИПФ РАН, 2002. С. 121.
2. Киреева Т.Б., Левик Ю.С., Холмогорова Н.В. Точность внутреннего представления длин звеньев в процессе созревания двигательной системы // VI Всероссийская конференция по биомеханике. Тезисы докладов: ИПФ РАН, 2002. С. 142.

3. Левик Ю.С., Лившиц И.Л. Формирование гаптокинетических ощущений при сложном двухсуставном движении, // VI Всероссийская конференция по биомеханике. Тезисы докладов: ИПФ РАН, 2002. С. 144.
4. Левик Ю.С. Система внутреннего представления в управлении позой и движениями // Научно-теоретическая конференция "Внутренние состояния и произвольное поведение". Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии. Москва, 10 апреля 2002 г. С. 8-9.
5. Попов К.Е., Сметанин Б.Н., Кожина Г.В. Применение метода гальванической стимуляции лабиринта для исследования вестибулярного тонуса человека // VI Всероссийская конференция по биомеханике. Тезисы докладов: ИПФ РАН, 2002. С. 161.
6. Селионов В.А., Казенников О.В., Гришин А.А. Кинематический анализ автоматического шагания, активируемого электрической стимуляцией мышц вывешенных ног // VI Всероссийская конференция по биомеханике. Тезисы докладов: ИПФ РАН, 2002. С. 169.
7. Солопова И.А., Денискина Н.В., Казенников О.В. Вовлечение двигательной коры в поздний контроль при стоянии на устойчивой и неустойчивой опоре // 6-я Всероссийская конференция по биомеханике "Биомеханика-2002" (Нижний Новгород, май 2002 г.). Тезисы докладов. С. 174.
8. Шлыков В.Ю., Селионов В.А. Роль дополнительного афферентного входа от руки в регуляции позы в условиях движущейся опорной поверхности // VI Всероссийская конференция по биомеханике. Тезисы докладов: ИПФ РАН, 2002. С. 195.
9. Беленький В.Е., Гришин А.А., Кривошеина Е.Н. Прибор и метод для функциональной электростимуляции больных с заболеваниями мышечной и нервной систем // Пятая городская научно-практическая конференция (г. Москва, 23 октября 2002 г). Тезисы докладов. С. 20.
10. Wiesendanger M., Baader A., Kazennikov O., Marro H., Milani P. Bimanual Coordination in Violin Playing // Symposium "Music, Motor Control, and the Mind" (Monte Verità, Ascona, Switzerland, 15-18 May, 2002). Abstracts. P. 33.
11. Kazennikov O., Baader A., Wiesendanger M. Features of Fingering and Bowing in Playing the Violin // Symposium "Music, Motor Control, and the Mind" (Monte Verità, Ascona, Switzerland, 15-18 May, 2002). Abstracts. P. 17.
12. McIntyre J., Lipshits M., Berthoz A. The neuroscience of perception and action in the absence of gravity: collaborative research aboard the MIR station // XII конференция по космической биологии и авиакосмической медицине (г. Москва, 10-14 июня 2002 г.). С. 518-519.
13. Solopova I.A., Kazennikov O.V., Deniskina N.B., Levik Y.S., Ivanenko Y.P. (2002) Involvement of the human motor cortex in postural control during standing on stable and unstable support // Society for Neuroscience. Session 407-610 (Orlando, Florida, USA, November 2-7, 2002). Abstracts. P. 75.
14. Talis V.L. Elbow joint position sense in elderly humans // International Congress "Movement, attention & perception" (Poitiers, France. June 19-21, 2002). Proceedings. P. 65.
15. Talis V.L. Elbow joint position sense in elderly humans // Society for Neuroscience (Orlando, Florida, USA, November 1-7, 2002). Abstracts. P. 74.

## **ЛАБОРАТОРИЯ № 10**

### ***Лаборатория теории коммуникационных сетей***

Заведующий лабораторией – д.ф.-м.н. Полесский Валерий Петрович  
Тел.: (095) 299-50-02; E-mail: [poles@iitp.ru](mailto:poles@iitp.ru)

Ведущие ученые лаборатории:

д.ф.-м.н.	Введенская Н. Д.	к.т.н.	Михайлов В. А.
д.т.н.	Кузнецов А. В.	к.т.н.	Орлов И. А.
д.т.н.	Левшин И. П.	к.т.н.	Поляков В. Г.
д.т.н.	Цыбаков Б. С.	к.ф.-м.н.	Рубинов А. Р.
к.т.н.	Лиханов Н. Б.	к.т.н.	Федорцов С.П.

### **НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:**

- теория надежности сетей связи;
- самоподобный трафик в сетях связи;
- сети связи с множественным доступом пакетов;
- асимптотическое исследование больших систем множественного доступа;
- имитационные модели гидроакустических систем передачи информации;
- кодирование и обработка сигналов в системах памяти.

### **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

В Лаборатории можно выделить три группы исследователей: 1) Полесский В. П., Рубинов А. Р., Кузнецов А. В.; 2) Лиханов Н. Б., Введенская Н. Д., Цыбаков Б. С., Федорцов С. П., Михайлов В. А.; 3) Левшин И. П., Орлов И. А. Поляков В. Г. – самостоятельная единица.

Для решения актуальных проблем теории современных коммуникационных сетей группа 1 применяет и разрабатывает, в основном, методы дискретной математики, а группы 2 и 3 – вероятностные методы.

В. П. Полесский продолжал свои исследования в области теории оценок надежности систем и сетей. Подход к этой теории мотивирован выявлением комбинаторики надежности и описан в статье, опубликованной в электронном журнале «Информационные процессы», 2001, т. 1, № 2. Современное состояние теории оценок надежности монотонных систем изложено В. П. Полесским в [1]. Эта теория есть первый уровень общей теории оценок надежности систем и сетей. В. П. Полесский разработал новые рекордные и эффективно вычисляемые двусторонние оценки надежности монотонных систем. Эти оценки используют произвольные группы минимальных путей или минимальных разрезов (например, кратчайшие (надежные) минимальные пути или наименее мощные (надежные) минимальные разрезы) [2]. Эти результаты были доложены на третьей Международной конференции «Математические методы в теории надежности», состоявшейся в июне 2002 г. в Норвегии. На основе разработанной теории в Институте проблем информатики РАН создана программа расчета двусторонних оценок надежности общих монотонных систем. Эта программа позволит найти наилучший практический метод выбора групп минимальных путей и минимальных разрезов с целью получения хороших оценок.

В связи с быстрым ростом способности передавать информацию с очень большими скоростями по цифровым сетям связи, традиционные предположения о статистической природе трафика в сетях становятся далекими от практического положения дел. Многочисленные исследования последних лет показали, что наличие продолжительной по времени статистической зависимости является важным свойством трафика в инфраструктурах современных сетей передачи данных. Данное статистическое свойство трафика существенным образом влияет на такие ключевые параметры сетей передачи данных как вероятность потери пакета и распределение задержки передачи. Так, например, вероятность потери пакета становится убывающей в зависимости от объема буфера по степенному закону, в отличие от классических моделей, для которых вероятность потери убывает экспоненциально. Это было подтверждено многочисленными аналитическими исследованиями. Однако модели трафика, которые приводят к промежуточному случаю субэкспоненциального распределения для вероятностей потери пакета, исследованы недостаточно. Поэтому, для одной из таких моделей Н. Б. Лихановым были получены [3] аналитические результаты, позволяющие в явной форме асимптотически точно вычислять вероятность переполнения буфера и вероятность потери пакета в узле коммутации сети передачи данных.

Н. Д. Введенская продолжала исследование больших систем массового обслуживания [4-7]. Эта тема традиционна для нашего Института, сотрудники различных лабораторий занимаются изучением таких систем. Это связано с исследованием современных систем телекоммуникаций. Рассматриваются математические модели систем с динамической маршрутизацией, т.е. маршрутизацией, которая зависит от текущего состояния системы. Цель работы состоит в оценке параметров, характеризующих работу системы, в частности, интересуются условиями неперегруженности системы. Поэтому предлагаются и оцениваются протоколы, балансирующие нагрузку (load-balance protocol). Основной моделью является открытая сеть Джексона, т.е. такая система, на которую поступают новые заявки, и каждая заявка после обслуживания прибором с некоторой вероятностью покидает систему или же посылается на некоторый прибор для повторного обслуживания. Применяются асимптотические методы, рассматриваются предельные системы, возникающие при неограниченном росте числа приборов в системе. Применяются как методы теории вероятностей (для случая систем с конечным числом приборов), так и методы теории дифференциальных (функциональных) уравнений (для случая предельной системы с бесконечным числом приборов). В обоих случаях возникают нетривиальные математические задачи. В частности, возникает новый тип дифференциальных (функциональных) уравнений с нелокальными коэффициентами, которые зависят от значений решения в фиксированных точках. Интересные задачи для дифференциальных уравнений возникают также для систем с протоколом типа TCP-протокола. Подобные системы популярны сейчас в связи с использованием протоколов типа TCP в современных системах телекоммуникаций.

Широкое распространение цифровых радиотелефонов и возрастающие требования на средства, дающие возможность работать в реальном масштабе времени, привели к увеличению спроса на передачу данных и файлов. Этот спрос начинает удовлетворяться с помощью мобильных CDMA (множественный доступ с помощью кодового разделения) сетей связи третьего поколения. Для того, чтобы эти сети работали эффективно, требуется решить ряд фундаментальных задач. Одной из таких задач является отыскание оптимальных ал-

горитмов передачи (расписания) файлов по каналам с замираниями, ведущим от базовой станции к мобильным пользователям. Эта задача не рассматривалась в классических теориях расписания и массового обслуживания. Она была решена Б. С. Цыбаковым для одной из систем, в которой предполагается, что базовая станция должна передать конечное число  $N$  файлов. Новые файлы не возникают на базовой станции до завершения передачи этих  $N$  файлов или, если они возникают, то не вмешиваются в текущие передачи  $N$  файлов. В общем случае считается, что в любой момент времени алгоритм передачи знает оставшиеся не переданными длины файлов и скорости передачи во всех  $N$  каналах к  $N$  пользователям. Для этой системы рассмотрены три заданные алгоритма. Первый алгоритм выбирает в каждом окне максимальный по скорости канал  $k$  и передает по нему. Второй алгоритм выбирает файл  $k$ , имеющий в начале окна минимальное отношение (оставшаяся длина файла  $k$ /скорость в канале  $k$ ), и передает этот файл. Третий алгоритм – это алгоритм деления времени между файлами (каналами). С использованием аддитивного свойства найдены уравнения для средней задержки и среднего времени передачи для этих трех алгоритмов. Показано, как эти уравнения могут быть решены рекуррентно. После этого описан общий алгоритм (класс алгоритмов, который включает три рассмотренных алгоритма как частные случаи). На основе определения этого класса стала возможной постановка задачи отыскания оптимального алгоритма. Был найден оптимальный алгоритм. Его знание важно в двух отношениях: в возможности практического использования и возможности сравнения с ним других конкретных алгоритмов. Приведены численные сравнения рассмотренных алгоритмов. Примеры показывают, что динамический алгоритм деления времени почти столь же хорош как оптимальный алгоритм и иногда лучше чем алгоритм, который выбирает для передач в каждом окне наилучший канал. Детали работы приведены в [8, 9].

В статье А. Р. Рубинова и Б. С. Цыбакова [10] описываются коды, избегающие конфликтов. Они могут использоваться как протокольные последовательности при пакетной передаче данных по каналам без обратной связи. Обсуждаются взаимосвязи этих кодов с известными кодами. Приводятся оценки размера и несколько конструкций кодов, избегающих конфликтов.

А. В. Кузнецов завершил изучение вероятностей ошибок комбинаторных низкочастотных (LDPC) кодов в различных каналах поперечной и перпендикулярной магнитной записи. А. В. Кузнецов разработал упрощенные кодеры и декодеры для комбинаторных LDPC кодов, а также некоторых кодов с ограничениями длин серий.

И. П. Левшиным рассмотрена [11, 12] проблематика применения информационной технологии, разработанной в ИППИ РАН, основанной на использовании методов и средств имитационного моделирования при решении задач автоматизированного прогноза качества канала передачи информации между подвижными морскими объектами. Показано, что разнообразие и сложность задач, требующих соответствующей интерпретации и решения в рамках создания эффективных методов и систем связи, поиска и распознавания надводных и подводных объектов, навигации телеметрии и др., обуславливает необходимость комплексного подхода. Разрабатывается методика построения и исследования математических и имитационных моделей сложных физических сред распространения сигналов – переносчиков информации, моделей как отдельных элементов, так и их совокупности, составляющих соответствующую систему, а также использование существующих и формирование новых банков данных геофизических и гидрологических параметров, применяемых в моделях. И.

А. Орловым была разработана [13] методика оценивания помехоустойчивости гидроакустической системы передачи информации на основе алгоритмов имитационной модели гидроакустической СПИ и алгоритмов генерации стохастической передаточной функции гидроакустической среды, и приведены примеры оценок помехоустойчивости.

### ГРАНТЫ:

• **Российский фонд фундаментальных исследований, поддержка ведущих научных школ (№ 02-01-00068):** "Асимптотические методы анализа многокомпонентных систем статистической физики и сети обслуживания". Руководитель Н. Д. Введенская.

### ПУБЛИКАЦИИ В 2002 г.

1. Полесский В.П. О современном состоянии теории оценок надежности монотонных систем // Системы и средства информатики. Спецвыпуск ИПИ РАН. М.: изд-во ИПИ РАН, 2002. С. 181-205.
2. Poleskii V.P., Krivoulets V.G. Efficiently computable bounds on stochastic monotone binary system reliability // Third International Conference on Mathematical Methods in Reliability (Trondheim, Norway, June 17-20, 2002). Communications, Ed. H. Langseth and B. Lindqvist. NTNU, p. 531-534.
3. Guillemin F.M., Likhanov N., Mazumdar R.R., Rosenberg C. Extremal traffic and bounds for the mean delay of multiplexed regulated traffic streams // Proc. IEEE INFOCOM 2002 (New York, USA).
4. Vvedenskaya N.D., Suhov Yu.M. Fast Networks with Dynamic Routing // Proc. IEEE Intern. Symp. on Inform. Theory, June 30-July 5, 2002.
5. Vvedenskaya N.D., Khaldoun al Agha, Jacquet Ph. Analysis of the Priority Stack Random Access Protocol // W-CDMA Systems, IEEE Transactions on Vehicular Technology. 2002. V. 51. No. 3. ITVTAB, p. 588-596.
6. Введенская Н.Д., Сухов Ю.М. Быстрые цепи Джексона с динамической маршрутизацией // Проблемы передачи информации. 2002. Т. 38. № 2. С. 44-63.
7. Vvedenskaya N.D. Some Functional Equations Arising in Applications // Int. Conf. on Differential and Functional Differential Equations (Moscow Aviations Inst., etc., Moscow, 2002). Abstract, p.131.
8. Tsybakov B.S. Optimum discarding in bufferless system // Queueing Systems. 2002. V. 41. P. 165-197.
9. Tsybakov B.S. File transmission over wireless fast fading downlink // IEEE Transactions on Information Theory. 2002. V. 48. No. 8. P. 2323-2337.
10. Цыбаков Б.С., Рубинов А.Р. Некоторые конструкции кодов, избегающих конфликты // Проблемы передачи информации. 2002. Т. 38. № 4. С. 24-36.
11. Vasic B., Kurtas E., Kuznetsov A. Kirkman Systems and Their Application in Perpendicular Magnetic Recording // IEEE Trans. Magnetics. 2002. V. 38. No. 4. P. 1705-1710.
12. Vasic B., Kurtas E., Kuznetsov A. LDPC Codes Based on Mutually Orthogonal Latin Rectangles and Their Application in Perpendicular Magnetic Recording // IEEE Trans. on Magnetics. 2002. V. 38. No. 5. P. 1705-1710.
13. Vasic B., Kurtas E., Kuznetsov A. Design and Analysis of Low-Density Parity Check Codes for Application to Perpendicular Recording Channels // In the Encyclopedia of Telecommunications, ed. by John G. Proakis (to appear).



14. Vasic B., Kurtas E., Kuznetsov A. Kirkman Systems and Their Application in Perpendicular Magnetic Recording // North American Perpendicular Magnetic Recording Conference – NAPMRC (Coral Gables, Florida, January 7-9, 2002).
15. Vasic B., Kurtas E., Kuznetsov A. Regular Lattice LDPC Codes in Perpendicular Magnetic Recording // INTERMAG 2002 (Amsterdam, April 28 – May 2, 2002).
16. Litvinov D., Gustafson R., Kuznetsov A., Kryder M., Kizroev S. Multiple Magnetic Image Reflection in Perpendicular Recording // INTERMAG 2002 (Amsterdam, April 28 – May 2, 2002).
17. Vasic B., Kurtas E., Kuznetsov A. Lattice Low-Density Parity Check Codes and Their Application in Partial Response Systems // International Symposium on Information Theory (July 2002).
18. Левшин И.П., Орлов И.А. Разработка новой технологической базы автоматизации анализа и синтеза гидроакустических систем передачи информации. – Заключительный отчет о НИР № гос. регистрации 1.9.70001623, ИППИ РАН, ВНИИЦ, 2002, 217 стр.
19. Левшин И.П. Принципы организации бортового прогнозатора, качество канала передачи информации в гидроакустических системах // Труды XXIX Международной конференции и дискуссионного научного клуба "Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе (I'T+SE'2002, майская сессия). Ч. В: Информационные системы поддержки принятия решений. 2002. С. 52-53.
20. Орлов И.А. Исследование помехоустойчивости гидроакустической системы передачи информации на имитационной модели // Труды XXIX Международной конференции и дискуссионного научного клуба "Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе (I'T+SE'2002, майская сессия). Ч. В: Информационные системы поддержки принятия решений. 2002. С. 122-125.

## ЛАБОРАТОРИЯ № 12

### *Лаборатория биоинформатики клеточных процессов и управления движением*

Заведующий лабораторией – д.ф.-м.н. Чернавский Алексей Викторович  
Тел.: (095) 209-42-25, (095) 952-33-03; E-mail: [chernav@iitp.ru](mailto:chernav@iitp.ru)

Ведущие ученые лаборатории:

член-корр. РАН	Чайлахян Л. М.	д.б.н.	Хашаев З. Х.-М.
д.б.н.	Божкова В. П.	к.б.н.	Беркинблит М. Б.
д.ф.-м.н.	Дунин-Барковский В. Л.	к.б.н.	Бурмистров Ю. С.
д.б.н.	Либерман Е. А.	к.б.н.	Воронов Д. А.
д.ф.-м.н.	Лукашевич И. П.	к.б.н.	Кудина Л. П.
д.б.н.	Минина С. В.	к.б.н.	Самосудова Н. В.
д.б.н.	Панчин Ю. В.		

## НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Общей темой лаборатории является анализ информационных процессов в клеточных системах и в моторном управлении. Главными направлениями теоретико-экспериментальных работ в этих рамках служат: биология развития (анализ принципов реализации генетической информации в развивающихся системах), нейробиология (нейронная коммуникация и биохимическая модуляция в нервных центрах), моторное управление (изучение геометрии манипулятивного пространства и управление целенаправленными движениями). Также разрабатываются принципы биоинформатики и искусственного интеллекта, включая построение компьютеризированной системы организации экспертного знания.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

**Биология развития.** В исследованиях, проводимых по теме "Анализ принципов реализации генетической информации в развивающихся системах", д.б.н. В. П. Божковой продолжено изучение сигнальных механизмов раннего развития, опирающихся как на молекулярные, так и на физические регуляторные факторы, в частности, роли G-белков в эмбриогенезе рыб. Как было показано ранее, активаторы и ингибиторы G-белков играют важную роль в контроле морфогенетических движений эпиболии. В этом году работа велась совместно с сотрудниками ИТЭБ РАН на модели *Danio rerio*, в настоящее время признанной во всем мире наилучшей моделью молекулярно-генетических исследований. Акцент в работе был сделан на анализе влияния G-белков на организацию и функционирование цитоскелета на клеточном уровне. С помощью инъекций в желточную клетку, направляющую эпиболию у рыб, активатора G-белков ГТФ-гамма-S показано, что его действие включает две фазы. В первой (быстрой) фазе происходило общее изменение формы клетки с появлением протрузии клеточной поверхности вблизи места инъекции. Получены данные в пользу того, что образование протрузии связано с активацией процесса сборки актиново-

го цитоскелета под влиянием ГТФ- $\gamma$ -S. Во второй фазе (следующей за первой через 10-15 мин) происходило локальное сокращение примембранного цитоскелета в области образующейся протрузии. Полученные данные позволили предположить, что в цитоскелете имеется несколько разных сайтов, регулируемых G-белками. Далее проверялась гипотеза, что G-белки могут управлять цитоскелетом через разные сигнальные системы. Было показано, что на первую фазу действия ГТФ- $\gamma$ -S не влияют компоненты фосфоинозитольного цикла. Однако фаза сокращения заметно усиливалась инозитолтрифосфатом и кальцием. Поскольку обнаруженные при активации G-белков изменения формы клеток имитировали таковые при нормальном развитии, была выдвинута новая гипотеза для объяснения механизма эпиболии рыб, в которой G-белки выступают как регулирующие факторы, а актиновый цитоскелет как эффективная система.

Нейроны могут взаимодействовать друг с другом путем обмена молекулами в химических синапсах или с помощью прямых электрических связей (ЭС). Хотя ЭС весьма распространены в нервной системе, механизмы селективности их формирования практически не изучены. Группой д.б.н. Ю. В. Панчина недавно была выделена новая группа трансмембранных белков (паннексины), объединяющая белки щелевых контактов беспозвоночных (иннексины), отвечающие за электрические связи между клетками, и открытые этой же группой гомологичные белки позвоночных животных. Была также разработана модельная система для изучения избирательного формирования ЭС между идентифицированными нейронами *in vitro*. На этой основе была предложена гипотеза о том, что специфичность формирования новых ЭС может определяться различными комбинациями белков щелевых контактов, присутствующих на клеточных мембранах. Эта гипотеза подтверждается собственными данными о дифференциальном распределении паннексинов между нейронами, а также опытами, в которых удавалось влиять на специфичность образования ЭС с помощью инъекции РНК кодирующей эти белки. В качестве основного модельного объекта для исследования молекулярных и клеточных механизмов избирательного формирования ЭС между нейронами используется крылоногий моллюск *Clione limacina*, детально изученный в нашей лаборатории. Хотя гомология паннексинов позвоночных с белками щелевых контактов беспозвоночных животных не вызывает сомнения, вопрос о функции паннексинов в клетках млекопитающих и человека остается открытым и продолжает исследоваться.

К.б.н. Д. А. Воронов изучает в лаборатории д-ра Ларри Тэйбера (университет Вашингтона, г. Сент-Луис, США) биомеханику развития асимметрии (формирования сердечной петли) сердца позвоночных из исходно симметричного зачатка. Работа проводится на курином эмбрионе – стандартном объекте механики развития сердца. Д. А. Воронов обнаружил, что в предыдущих работах в данной области эмбриологии не учитывалось влияние поверхностного натяжения. Разработана новая методика культивирования под слоем питательной среды и кислорода, позволяющая полностью исключить влияние этого фактора. С помощью этой методики найдено, что поверхностное натяжение приводило к искажению результатов ряда классических экспериментов в данной области. Экспериментально показано, что механические силы, приводящие к формированию сердечной петли, преимущественно располагаются не в примитивной сердечной трубке, как это следовало из стандартных моделей и экспериментов в данной области, но каудальнее, в месте слияния формирующих ее правого и лево-

го прекардиального зачатков. На основании изучения деформации сердца с помощью маркировки и микрохирургических экспериментов разработана и реализована на ЭВМ численная трехмерная модель формирования сердечной петли.

К.б.н. Н. В. Розанова ведет научную работу в Лаборатории сигнальной трансдукции Национального института здоровья США под руководством профессора P. J. Blackshear. Данная работа сконцентрирована на изучении функциональной роли белка MARCKS в эмбриональном развитии *Xenopus*. Было показано ранее, что MARCKS мРНК экспрессируются в течении всего эмбрионального развития и присутствуют в больших количествах в цитоплазме материнской клетки, однако функциональная роль этого белка в развитии до сих пор остается неизвестной. Розанова проводит "knockout" эксперименты, вызывающие подавление синтеза белка на материнской MARCKS мРНК на ранних стадиях эмбриогенеза, в период, предшествующий активации собственного генома зиготы. Эти эксперименты показывают, что снижение уровня MARCKS белка приводит к нарушению межклеточной адгезии, к нарушению морфогенетических движений гаструляции и, в конечном счете, к остановке развития на стадии поздней гаструлы. С помощью количественного метода RT-PCR показано, что основной причиной гибели зародышей является нарушение нормальной экспрессии энтодермальных *Mix1*, *Mix2* (усиление экспрессии) и мезодермальных *MyoD*, *Xbra*, *Gooseoid*, и *FGF8* (подавление экспрессии) генов в ответ на подавление синтеза MARCKS белка. Полученные данные демонстрируют необходимость присутствия MARCKS белка в материнской цитоплазме для успешного осуществления программы развития и для правильного формирования мезодермальной и энтодермальной тканей зародыша.

К.б.н. И. М. Плонский исследует структуру и функцию постоянных и временных межклеточных контактов. Щелевые контакты между клетками печени изучались методом двойного отведения тока (DWCR). Этот метод позволяет устанавливать величину проводимости в области контакта ( $G_j$ ) и перфузировать клетки экспериментальным раствором.  $G_j$  обеспечивается межклеточными каналами в области щелевых контактов. Ранее было показано, что в клетках, обработанных раствором  $CO_2$ , понижается pH и увеличивается концентрация свободного  $Ca^{2+}$ . Растворы  $CO_2$  также разобщают гепатоциты (блокируют  $G_j$ ). Комбинируя внеклеточные и внутриклеточные воздействия, И. М. Плонский показал, что разобщающее действие  $CO_2$  опосредуется закислением цитоплазмы. Был сделан вывод, что межклеточные взаимодействия через щелевые контакты высоко чувствительны к внутриклеточному pH и могут регулироваться в зависимости от состояния метаболизма клеток печени.

Структура плотных контактов исследовалась комбинированием двух методов: DWCR и техники измерения полной проводимости (AM), что позволяло определять емкость мембраны в условиях наложения трансконтактного потенциала. Оказалось, что экзогенные заряженные гидрофобные молекулы могут передвигаться между мембранами соседних клеток. Перемещение таких молекул сопровождалось изменением емкости мембраны. Трансконтактный потенциал-зависимый транспорт наблюдался даже в отсутствие экзогенного вещества. Эти данные свидетельствуют о наличии постоянной гидрофобной связи в области плотного контакта. Используя такой гидрофобный "мост", клетки способны обмениваться эндогенными гидрофобными заряженными молекулами.

Слияние биологических мембран (СБМ) контролируется специфическими белками. На ранних стадиях этого процесса формируется временный локаль-

ный контакт – узкая гидрофильная пора. Физические характеристики системы (начальная проводимость поры, кинетические параметры ее образования) позволяют моделировать структуру локального контакта и судить о механизмах СБМ. В настоящее время неизвестно, до какой степени свойства поры определяются белками, осуществляющими СБМ. В серии исследований И. М. Плонский изучал поры, индуцированные вирусным белком. В работе использовались методы DWCR и АМ. Были предложены алгоритмы, позволяющие более надежное вычисление проводимости поры на основании данных АМ. Полученные результаты свидетельствуют о том, что свойства начальной поры определяются белковыми, а не липидными компонентами. Предложена модель временного локального контакта, в которой стенки начальной поры состоят из шести белковых тримеров. В настоящее время И. М. Плонский работает в области рецепции вкуса.

**Нейробиология.** Исследование мозжечка – традиционная тема лаборатории. Д.б.н. В. Л. Дунин-Барковский, работая в лаборатории Научного центра здоровья Техасского технического университета, США, продолжал работу по анализу экспериментальных данных о работе нейронов дыхательного центра продолговатого мозга кошки в цикле бодрствование – сон. Разработана новая модель генератора дыхательной ритмики продолговатого мозга. Модель объединяет так называемые пейсмейкерные и сетевые модели дыхательного центра за счет учета внутринейронных процессов. Используется, в частности, механизм освобождения кальция из внутриклеточных органелл через плазматическую мембрану в процессе возбуждения. Показано, что нейроны могут использовать этот механизм для генерации пачечной ритмики. Нейронная сеть, состоящая из двух групп модельных нейронов, которые взаимно тормозят друг друга, демонстрирует спектр поведения, наблюдаемый в эксперименте. При увеличении силы связей между нейронными группами от нуля до больших значений, нейроны сначала демонстрируют асинхронную пейсмейкерную активность, затем – синхронизованные (синфазные для нейронов вдоха и выдоха) вспышки пейсмейкерной активности и затем – противо-фазные вспышки активности нейронов вдоха и выдоха.

Методом электронной микроскопии и статистической обработки материала к.б.н. Н. В. Самосудова, к.б.н. Н. П. Ларионова и чл.-корр. РАН Л. М. Чайлахян (совместно с В. П. Реутовым, ИВНД РАН) показали возможность участия NO в работе микротрубочек при проведении сигнала от одной нервной клетки (зернистой клетки – ЗК) к другой (клетке Пуркинье – ПК). Обнаружено, что электронно-плотный осадок, видимый на продольных срезах микротрубочек, локализуется с определенным периодом (~24-25 нм). Такой период пространственной локализации, как известно, характерен для белка динеина, который способен в присутствии ионов  $Ca^{2+}$  взаимодействовать с тубулином и обладает свойствами АТФ-азы. Согласно полученным данным наблюдаемый осадок, образующийся при стимуляции в присутствии NO-генерирующего соединения, представляет собой полимеризованный белок, включающий ионы  $Ca^{2+}$ . Физиологический смысл последнего, по-видимому, связан с тем, что  $Ca^{2+}$  необходим как для активации АТФ-азы, так и NO-синтазы. Эти данные позволяют предположить, что электронно-плотный осадок, образующийся при электрической стимуляции мозжечка в присутствии экзогенного NO, определяет те зоны, в которых эндогенный NO осуществляет свое физиологическое действие в процессе передачи сигнала от одного нейрона (ЗК) к другому (ПК), возможно, способствуя

входу внеклеточного  $\text{Ca}^{2+}$  в клетку или высвобождению внутриклеточного  $\text{Ca}^{2+}$  из депо.

Исследование корреляционных отношений в деятельности симметричных генераторов вентиляторного ритма у высших ракообразных проводит к.б.н. Ю. М. Бурмистров. Ранее было установлено, что потенциалы, регистрируемые вблизи от вентиляторного придатка (скафогнатита), представляют собой суммарные потенциалы мышц, движущих скафогнатит. Последовательность этих потенциалов была исследована у пресноводных раков *Procambarus cubensis* в условиях свободного поведения. Установлена корреляция вентиляторной активности с функциональным состоянием животного и описан вентиляторный компонент поведенческих реакций на индифферентные для животного внешние раздражения. Проводится изучение уровня синхронизма в деятельности симметричных центральных генераторов вентиляторного ритма у животных при воздействии на них ряда стрессорных факторов. Работы проводятся совместно с ИВНД РАН и Институтом ядерной физики при физфаке МГУ.)

Продолжались совместные работы д.б.н. З. Х.-М. Хашаева с сотрудниками ИТЭБ РАН, ИБФ РАН и Краснодарского краевого госпиталя для ветеранов войн им. В. К. Красовитова по изучению транспорта ионов в искусственных мембранах и изучению механизма действия психотропных и наркотических препаратов с целью выявления способов фармазащиты от наркозависимости.

**Моторное управление.** К.б.н. М. Б. Беркинблит и С. В. Адамович (совместно с Ратгерсовским университетом, США) вели исследования в двух основных направлениях. Во-первых, была продолжена работа по изучению механизмов сенсомоторной интеграции у человека и их изменения при нормальном старении, а также у людей, страдающих болезнью Паркинсона. Использовались две основных экспериментальных методики. Во-первых, проводился кинематический анализ указывающих движений выполняемых в виртуальном пространстве к зрительной цели без видения руки, с искажением зрительной обратной связи. При этом испытуемый получает зрительную информацию об ошибке в данной попытке, когда движение руки к цели проигрывается после окончания движения. В частности, было показано, что паркинсоники учатся компенсировать такое искажение также быстро, как здоровые пожилые люди, но не могут научиться компенсировать его после того, как зрительное искажение меняет свой знак на противоположный (когда, например, научившись указывать ниже и левее зрительной цели, испытуемые должны научиться указывать выше и правее цели). Во-вторых, на тех же трех группах испытуемых изучалась координация движений туловища и руки при выполнении указывающих движений. Были получены данные, подтверждающие гипотезу о том, что испытуемые могут планировать движение руки или в системе координат, связанной с внешним пространством, или в системе координат, связанной с туловищем, в зависимости от того, в какой системе координат проще описание движения цели (в частности, в какой системе координат цель неподвижна). В части опытов цель покоилась во внешнем пространстве, а в других опытах она была прикреплена к туловищу испытуемого. Поскольку показано, что паркинсоники плохо переучиваются и при искажении зрительного поля и при изменении поля сил (более старые данные), то можно считать, что получен принципиально новый результат о роли базальных ганглиев в моторном обучении. Показано, что их повреждение предотвращает переучивание. Важно было бы знать, в течение какого периода сохраняется трудность переучивания.

К.б.н. Л. П. Кудина, к.б.н. Р. Э. Андреева и к.б.н. Н. М. Жуковская (совместно с М. Пиотркевич, Институт биокибернетики и биомедицинской инженерии Польской АН, и И. Гаусмановой-Петрусевич, Центр экспериментальной и клинической медицины Польской АН, г. Варшава) анализировали для выяснения роли возвратного торможения мотонейронов в моторном контроле, которая остается неясной, особенно у человека, его распределение и эффективность в мотонейронных пулах мышц кисти у здорового человека. В отличие от имеющихся в литературе данных, в некоторых мышцах кисти выявлено торможение, характеристики которого (условия стимуляции, латентность и длительность) позволяют считать его возвратным торможением Реншоу. В отличие от ранее исследованного возвратного торможения камбаловидной мышцы ноги, возвратное торможение мотонейронов, иннервирующих мышцы кисти, часто сопровождалось последующим коротким возбуждающим и длиннолатентным длительным тормозным эффектами.

**Принципы биоинформатики.** Д.ф.-м.н. И. П. Лукашевич разработан метод структурной организации слабо формализованной информации и профессиональных знаний, который был использован для создания баз знаний в неврологии, нейропсихологии и электроэнцефалографии. Основным принципом является выделение разных уровней знаний, их структурирование и установление содержательных связей внутри уровней и между ними. Этот принцип был использован при создании ряда обучающих систем и, в частности, компьютерной системы по изучению электроэнцефалографии. В последнем случае база знаний была реализована в виде компьютерной автоматизированной диагностической системы "ЭЭГ-ЭКСПЕРГ". Система используется на практической работе в неврологических стационарах и поликлиниках, для обучения и повышения квалификации молодых специалистов, а также в исследовательских целях.

В рамках своего подхода к исследованию основ науки д.б.н. Е. А. Либерман провел первую серию экспериментов, выявляющих механизмы функционирования цитоскелета, решающего внутри нейронов задачи мозга. Сформулированы проблемы новой науки, решение которых можно продемонстрировать прямыми экспериментами.

Д.ф.-м.н. А. В. Чернавский (совместно с Сектором № 1.1 ИППИ РАН) подготовил публикацию для журнала "Информационные процессы" статьи о принципах информационных взаимодействий в рамках биоинформатики.

## **ГРАНТЫ:**

- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 00-04-48822):** "Сигнальная функция фосфатидилинозитольной системы в морфогенезе".
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 00-04-49344):** "Изучение механизмов взаимодействия различных мозжечковых входов".
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 01-50-70102):** "Изучение высоко специфических нейронных ансамблей".
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 02-04-48352-а и):** "Исследование нового семейства генов, кодирующих трансмембранные белки-паннексины у позвоночных животных".
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 02-04-48775-а р):** "Новое семейство трансмембранных белков паннексинов и их роль в избирательном формировании электрических связей".

- **Министерство образования РФ (ROST-N-90):** Русско-французский проект "Зрение роботов 11".

### **ПУБЛИКАЦИИ В 2002 г.**

#### Статьи

1. Nikolaev D.P., Bozhkova V.P., Nikolaev P.P. Linear colour segmentation and its implementation // Perception. 2002. V. 31 (Suppl.). P. 67-68.
2. Sadreyev R.I., Panchin Y.V. Effects of glutamate agonists on the isolated neurons from the locomotor network of the mollusk *Clione limacina* // Neurology Report. 2002. V. 13. No. 17.
3. Voronov D.A., Taber L.A. Cardiac looping in experimental conditions: effects of extraembryonic forces // Developmental Dynamics. 2002. No. 234. P. 413-421.
4. Dunin-Barkowski W.L. Analysis of output of all Purkinje cells controlled by one climbing fiber cell // Neurocomputing. 2002. V. 44-46. P. 391-400.
5. Вышинский Л.Л., Дунин-Барковский В.Л., Флеров Ю.А. Знать бы, где упадешь... Моделирование мозжечка – необходимая составляющая создания рукотворного электронного мозга. – Сумма технологий. Обзор российских технологий. 2002. № 1(9). С. 20-23.
6. Дунин-Барковский В.Л., Подладчикова Л.Н. Изучение роли лианых клеток в работе мозжечковых модулей // Нейрокомпьютеры: разработка и применение. 2002. № 7-8. С. 47-64.
7. Dunin-Barkowski W.L., Lovering A.T., Orem J.M. A neural ensemble model of the respiratory pattern generator: properties of the minimal model // Neurocomputing. 2002. V. 44-46. P. 381-389.
8. Orem J., Lovering A.T., Dunin-Barkowski W., Vidruk E.H. Tonic activity in the respiratory system in Wakefulness, NREM and REM sleep // Sleep. 2002. V. 25. No. 5. P. 488-496.
9. Подладчикова Л.Н., Бондарь Г.Г., Дунин-Барковский В.Л. Особенности активности "быстрых" и "медленных" клеток Пуркинье мозжечка // Биофизика. 2002. Т. 47. Вып. 2. С. 338-344.
10. Самосудова Н.В., Реутов В.П., Ларионова Н.П., Чайлахян Л.М. Локализация кальция в микротрубочках, выявляемая электрической стимуляцией мозжечка в присутствии NO-генерирующего соединения // Биологические мембраны. 2003. Т. 20. № 1. С. 27-32.
11. Merians A., Jack D., Boian R., Tremaine M., Burdea G.C., Adamovich S.V., Recce M., and Poizner H. Virtual Reality-Augmented Rehabilitation For Patients Post Stroke: Three Case Studies // Physical Therapy. 2002. No. 82. P. 898-915.
12. Deutsch J.E., Merians A.S., Burdea G.C., Boian R., Adamovich S.V., Poizner H. Haptics and virtual reality used to increase strength and improve function in chronic individuals post-stroke: two case reports // Neurology Report. 2002. No. 26. P. 79-86.
13. Boian R., Sharma A., Han C., Merians A., Burdea G., Adamovich S.V., Recce M., Tremaine M., Poizner H. Virtual Reality Based Post-Stroke Hand Rehabilitation // Proc. Med. Meets Virtual Reality Conf. 2002 (Newport Beach CA, Jan. 23-26, 2002). IOS Press. P. 64-70.
14. Ghafouri M., Archambault P.S., Adamovich S.V., Feldman A.G. Pointing movements may be produced in different frames of reference depending on the task demand // Brain Research. 2002. No. 929. P. 117-128.



## **Институт проблем передачи информации РАН**

15. Хашаев З.Х.-М. Современные представления о нервно-мышечной передаче // Материалы Международной научно-технической конференции "Интеллектуальные САПР", ИЗВЕСТИЯ ТРТУ. 2002. № 3. С. 185-191.
16. Фомкина М.Г., Хашаев З.Х.-М., Дриняев В.А, Чайлахян Л.М. Транспорт ионов в искусственных мембранах, обусловленный абамектином и аверселтином С // Материалы Международной научно-технической конференции "Интеллектуальные САПР", ИЗВЕСТИЯ ТРТУ, № 3, с. 217, 2002.
17. Лукашевич И.П. Роль языка описания при комплексном анализе сложных систем // Электронный научный журнал "Информационные процессы". 2002. Т. 2. № 1. С. 37-44. (<http://www.jip.ru>)
18. Лукашевич И.П., Савина М.И. Обучающие системы как одна из форм информационного взаимодействия // Труды IV Международной конференции "Проблемы управления и моделирования в сложных системах" (г. Самара, 17-23 июня 2002 г.). С. 299-304.
19. Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Шкловский В.М. Роль структур правого и левого полушарий головного мозга в формировании речи и памяти у детей // Физиология человека. 2002. Т. 28. № 6. С. 52-56.
20. Кузнецов Н.А., Любецкий В.А., Чернавский А.В. К вопросу о понятии информационного взаимодействия, 3: Речевой интеллект // Труды IV Международной конференции "Проблемы управления и моделирования в сложных системах" (г. Самара, 17-23 июня 2002 г.). С. 7-17.

### **В печати**

1. Божкова В.П. Некоторые особенности цитоплазматической организации желточной клетки зародышей вьюна в период гастрюляции // Онтогенез (в печати).
2. Божкова В.П., Асланиди К.Б. Новые представления о механизме эпиболлии у зародышей рыб: роль G-белков // Онтогенез (в печати).
3. Лексин В.П., Чернавский А.В. Нераспознаваемость многообразий. К теореме Новикова о нераспознаваемости сферы  $S^n$  при  $n \geq 5$  // Доклады Академии наук (в печати).
4. Либерман Е. А., Минина С. В., Шкловский-Корди Н.Е. Хаиматика – новая наука, объединяющая биологию, физику и математику (сдана в печать).
5. Либерман Е.А., Минина С.В., Мошков Д.А., Санталова И.М., Цофина Л.М., Шкловский-Корди Н.Е. Экспериментальная проверка второго принципа биофизикоматематики // Биофизика (в печати).

### **Доклады на конференциях**

1. Panchin Y., Kohn A.B. et al. Nitric oxide pathways in the human blood fluke, schistosoma mansoni // Whitney Laboratory, University of Florida, St. Augustine, FL, USA.
2. Panchin Y., Moroz L.L. et al. Aplysia est project: from the CNS to neuronal and synaptic transcriptomes // Whitney Laboratory, University of Florida, St. Augustine, FL, USA.
3. Panchin Y.V., Martasek P. et al. Two neuronal-like nitric oxide synthases in aplysia californica: cloning and characterization // Whitney Laboratory, University of Florida, St. Augustine, FL, USA.
4. Panchin Y.V., Boudko D.Y. et al. Identification of a serotonin transporter from the metacerebral cell of aplysia // Whitney Laboratory, University of Florida, St. Augustine, FL, USA.

5. Panchin Y., Baranova A. et al. Mammalian pannexin family homologous to invertebrate gap-junction proteins are differentially expressed in nervous tissue // Whitney Laboratory, University of Florida, St. Augustine, FL, USA.
6. Panchin Y., Ha T.J. et al. Cloning and distribution of putative gap junction proteins (pannexins/innexins) in *Aplysia californica* 1 // Whitney Laboratory, University of Florida, St. Augustine, FL, USA.
7. Dunin-Barkowski W. Great Brain Discoveries: When White Spots Will Disappear? // ACAT'2002 Book of Abstracts (VIII International Workshop on Advanced Computing and Analysis Techniques in Physics Research, 24-28 June, 2002), p. 8.
8. Dunin-Barkowski W.L., Escobar A.L., Lovering A.T., Orem J.M. Resolution of the Network vs. Pacemaker Controversy in Respiratory Pattern Generator Using Ryanodine Receptor Dependent Processes. // Soc. Neurosci. Abstr., 2002, V. 28. Program No. 173.7.
9. Dunin-Barkowski W.L., Beloozerova I.N., Sirota M.G., Orem J.M., Lovering A.T., Vidruk E.H. H-patterns in activity of single neurons. – In: Eleventh Annual Computational Neuroscience Meeting (Chicago, July 21-25, 2002). P. 101.
10. Самосудова Н.В., Реутов В.П., Ларионова Н.П. Two types of astrocytes in the frog cerebellum // GLIJA, Suppl. 1, May 2002. WILEY-LISS, ISSN 0894-1491, S34.
11. Tunik E., Poizner H., Levin M.F., Adamovich S.V., Feldman A.G. Compensatory arm-trunk coordination in Parkinson's disease // Proc. Society for Neuroscience, 2002.
12. Messier, J., Adamovich S., Jack D., and Poizner H. Visiomotor adaptation in normal aging // Proc. Society for Neuroscience, 2002.
13. Adamovich S., Merians A., Schettino L., Boian R., Tremaine M., Burdea G., Recce M., Poizner H. Hand Rehabilitation in Virtual Reality Environment: Transfer to Function // 3<sup>rd</sup> World Congress in Neurological Rehabilitation (Venice, Italy, April 2-6, 2002). Neurorehabilitation and Neural Repair.
14. Merians, R. Boian, M. Tremaine, G. Burdea, S. Adamovich, M. Recce, Han C, Sharma A., H. Poizner. Rehabilitation in a Virtual Reality Environment Modifies Hand Function // 3<sup>rd</sup> World Congress in Neurological Rehabilitation (Venice, Italy, April 2-6, 2002).
15. Kudina L.P., Andreeva R.E. Human firing motoneuron: analysis of interspike excitability trajectories // Proc. Symp. Motoneurons and Muscles: the output machinery. Rijks Universiteit Groningen (The Netherlands, Groningen, 27-29 June, 2002). P. 14.
16. Kudina L.P., Andreeva R.E., Zhoukovskya N.M. The effect of firing on the excitability of a human motoneurone // Proc. II Int. Conf. on Muscle Physiology and Muscle Activity. Moscow (in press).
17. Туманова А.Л., Хашаев З.Х.-М. Алгоритм прогноза в массовом предупреждении риска возникновения заболеваний глаз // Труды Международной научно-технической конференции IEEE AIS'02 CAD-2002 (Дивноморское, Россия, 3-10 сентября 2002 г.). М.: Физматлит, 2002. С. 520-525.
18. Хашаев З. Х.-М., Шекшеев Э.М., Туманова А.Л. Поиски мер фармакологической защиты от наркозависимости // Тез. докл. Международного форума "Интеллектуальное обеспечение охраны здоровья населения – 2002" (Кемер, Турция, 28 сентября – 5 октября 2002 г.).
19. Туманова А.Л., Хашаев З.Х.-М. Прогнозирование глазных заболеваний в Краснодаре, их связь с общей заболеваемостью // Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы. ТРТУ, 2002. № 10. С. 111-118.

## **ЛАБОРАТОРИЯ № 13**

### ***Лаборатория систем организации поведения***

Заведующий лабораторией – к.т.н. Вайнцвайг Модест Николаевич

Тел.: (095) 200-14-77; E-mail: [wainzwei@iitp.ru](mailto:wainzwei@iitp.ru)

Ведущие ученые лаборатории:

д.т.н.	Нейман В. И.	к.т.н.	Цыбаков А. Б.
д.ф.-м.н.	Николаев П. П.	к.б.н.	Черкасов А. Д.
к.ф.-м.н.	Ромащенко А. Е.	к.ф.-м.н.	Шень А.
к.ф.-м.н.	Хованский А. В.		

### **НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ:**

- компьютерное зрение;
- асимптотическое оценивание;
- организация поведения;
- распознавание изображений;
- колмогоровская сложность;
- параллельные вычисления и сети связи.

### **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

Уточнена концептуальная модель организации целенаправленных поведенческих реакций на основе зрительной информации. Модель рассчитана на работу в реальном времени и предполагает использование ассоциативной памяти, базирующейся на архитектурах типа нейронных сетей. В рамках этой модели построены алгоритмы и написаны программы предварительной обработки зрительной информации, в частности, алгоритмы сжатия и структурного представления 2D-изображений, а также алгоритмы установления поточечного их соответствия, рассчитанные на использование в задачах стереосинтеза и вычисления оптического потока.

С использованием проективных и аффинных инвариантов разработана однородная схема автоматической бинокулярной корреспонденции контрастных точек 3D-объекта, наблюдаемого в центральной проекции, и соответствующая этой схеме численная модель 3D-реконструкции его формы. При этом и схема, и модель допускают параллельную реализацию и могут быть обобщены до применимости к задаче установления соответствия в условиях монокулярной динамики при восстановлении формы твёрдого непрозрачного 3D-объекта по параллаксу движения.

Исследованы связи между колмогоровской сложностью и энтропией Шеннона – разработан колмогоровский вариант метода "условной независимизации", ранее используемый для энтропии Шеннона, и получены обобщения информационного неравенства Жанга-Юнга для шенноновской энтропии и колмогоровской сложности. Изучена задача поиска достаточной статистики для колмогоровской сложности слов (по заданным словам A и B требуется найти слово B',

малой сложности относительно  $B$ , для которого  $I(A;B')$  не сильно меньше взаимной информации между  $A$  и  $B$ ). Показано, что в общем случае достаточные условия решения такой задачи оказываются также и необходимыми. Доказано, что задача поиска оптимального интерполирующего многочлена со случайным выбором узлов интерполяции принадлежит классу  $\text{pac-learning}$ . Проведены численные эксперименты, подтверждающие эффективность эвристики Риссана для решения данной задачи.

Построены оценки сигналов в сильно некорректных обратных задачах, обладающие свойством адаптивности в асимптотически точном смысле (т.е. достигающие оптимальных констант в выражении для рисков).

Предложена непараметрическая процедура решения задачи о независимых компонентах (обобщение модели метода главных компонент на случаи, когда базовые направления могут быть не ортогональны). Процедура основана на оценке матричных функционалов от плотности и позволяет улучшить порядок скорости сходимости окончательной оценки плотности.

Составлен обзор применений нейронных сетей в процессах управления работой сетей и систем связи. Обоснованы направления дальнейших исследований, связанные с управлением работой сетей подвижной связи третьего поколения. Рассмотрен пример двухуровневой системы управления сетью подвижной связи третьего поколения на основе нечеткой логики и нейронных сетей.

### **ПУБЛИКАЦИИ В 2002 г.**

1. Cavalier L., Tsybakov A.B. Sharp adaptation for inverse problems with random noise // *Probability Theory and Related Fields*. 2002. No. 123. P. 323-354.
2. Gayraud G., Tsybakov A.B. Testing hypotheses about contours in images // *Journal of Nonparametric Statistics*. 2002. No. 14. P. 67-85.
3. Tsybakov A.B. Random rates in anisotropic regression: a discussion // *Annals of Statistics*. 2002. No. 30. P. 379-385.
4. Cavalier L., Golubev G.K., Picard D., Tsybakov A.B. Oracle inequalities for inverse problems // *Annals of Statistics*. 2002. No. 30. P. 843-874.
5. Николаев П.П. Симметрия и визуализация // Труды Всероссийской конференции "Синергия культуры" (Саратов, 2002 г.). С. 52-59.
6. Nikolaev D.P., Bozhkova V.P., Nikolaev P.P. Linear colour segmentation and its implementation // *Perception*. 2002. V. 31 (Suppl.). P. 67-68.
7. Nikolaev D.P., Nikolaev P.P. Estimation of reflectance properties following colour segmentation (colour-constancy model based on colour segmentation data) // *Perception*. 2002. V. 31 (Suppl.). P. 138.
8. Николаев Д.П., Николаев П.П. Быстрый алгоритм выделения объектов, основанный на линейной модели формирования спектрального стимула // В сб.: "Искусственные интеллектуальные системы" и "Интеллектуальные САПР". Труды международной конференции IEEE AIS'02 и CAD-2002. М.: Физматлит, 2002. С. 410-416.
9. Вайнцвайг М.Н., Полякова М.П. Установление соответствия изображений в задачах стереосинтеза, восстановления формы по движению и распознавания // Проблемы управления и моделирование в сложных системах. Труды IV Международной конференции (г. Самара, 17-23 июня 2002 г.). С. 293-298.
10. Вайнцвайг М.Н., Полякова М.П. О моделировании мышления // Научная сессия МИФИ-2002. IV Всероссийская научно-техническая конференция "Ней-

- роинформатика-2002": Проблемы интеллектуального управления – общесистемные, эволюционные и нейросетевые аспекты. М.: МИФИ, 2003. С. 77-85.
11. Durand B., Levin L.A., Shen A. Complex tilings // STOC'01, July 6-8, Heronissos, Crete, Greece, Proceedings. ACM Publication, 2001.
  12. Chernov A., Muchnik An.A., Romashchenko A., Shen A., Vereshchagin N.K. Upper semi-lattice of binary strings with the relation  $x \leq y$  is simple conditional to  $y \leq x$  // Theoretical Computer Science. 2002. V. 271.
  13. Romashchenko A., Shen A., Vereshchagin N. Combinatorial Interpretation of Kolmogorov Complexity // Theoretical Computer Science. 2002. V. 271. P. 111-123.
  14. Makarychev K., Makarychev Yu., Romashchenko A., Vereshchagin N. A New Class of non Shannon Type Inequalities for Entropies // Communications in Information and Systems. 2002. V. 2. No. 2.
  15. Хованский А.В., Ваханелова Н.М., Демкин А.М., Стародубцева Л.Н. О методах ультрамалоракурсной томографии диагностики плазмы на токамаках. – ЦНИИАТОМИНФОРМ, препринт ТРИНИТИ 0084-а. 14 с.
  16. Нейман В.И., Ромашкова О.Н. Два типа сетей связи // Автоматика, связь, информатика. 2002. № 1. С. 28-32.
  17. Нейман В.И. Доступ абонентов к информационным услугам // Автоматика, связь, информатика. 2002. № 4. С. 16-20.
  18. Нейман В.И. Прогресс в области цифровой передачи речи // Автоматика, связь, информатика. 2002. № 10. С. 6-10.
  19. Нейман В.И., Ромашкова О.Н. Управление нагрузкой в сети Интернет // Ведомственные корпоративные сети и системы – ВКСС-Connect. 2002. № 4. С. 61-74.
  20. Нейман В.И. Гол в ворота историков информационных технологий. Рецензия на книгу Д.Л. Шарле «Хет-трик в матче с Атлантикой». М: ООО «Мобильные коммуникации», 2001. 241 с. (книга посвящена истории техники кабелей связи) // Электросвязь. 2002. № 9. С. 46-47.
  21. Cavalier L., Golubev G.K., Lepski O.V., Tsybakov A.B. Block thresholding and sharp adaptive estimation in severely ill-posed inverse problems // Zhurnal "Teorija Verojatnostej i ee Primenenija" (в печати).
  22. Samarov A.M., Tsybakov A.B. Nonparametric Independent Component Analysis // Zhurnal "Bernoulli" (в печати).

## **ЛАБОРАТОРИЯ № 14**

### *Лаборатория проблем сознания и коммуникации*

Заведующий лабораторией – д.псих.н. Николай Львович Мухелишвили

Тел. (095) 196-00-24; E-mail: [muskh.symbol@ru.net](mailto:muskh.symbol@ru.net)

Ведущие ученые лаборатории: к.х.н. Киселёв А. П.

## **НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Основное направление деятельности относится к выявлению особенностей коммуникаций, связанных с изменением состояний сознания. Эти исследования основаны на метапсихологическом подходе, предложенном ведущими учеными лаборатории для описания феноменов сознания и непрямой коммуникации.

## **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

Ввиду значительной роли непрямой коммуникации в процессах передачи и порождения знания в культурных и научных традициях, представляет интерес исследование ее психологических и семиотических механизмов. Системный подход к анализу различных форм непрямой коммуникации позволяет выявлять их общие особенности и проводить параллели между текстами культурных традиций и методами современной психотерапии. В частности, удалось продемонстрировать наличие механизмов модификации сознания в притчах Ветхого и Нового Завета и показать роль фасцинации и перепрограммирования системы убеждений реципиентов в этих текстах. Кроме того, показано, что для семиотического анализа таких текстов необходимо введение новой симметричной семиотики, основанной на сопоставлении не знака и значения, а двух или нескольких взаимозамещающих и взаимообозначающих друг друга образов. При этом каждый из них несет в себе тот же смысл, но выражает его нечетко, так что он нуждается в расшифровке и истолковании. Однако вместе они способны достаточно четко и полно передавать выражаемый смысл.

## **ПУБЛИКАЦИИ В 2002 г.**

1. Киселев А.П., Мухелишвили Н.Л. Непрямая коммуникация и передача духовных традиций // Системные исследования. Ежегодник 2001. М.: Эдиториал УРСС, 2003. С. 29-44.

## **ЛАБОРАТОРИЯ № 15**

### ***Лаборатория компьютерной лингвистики***

Заведующий лабораторией: д.филол.н., Богуславский Игорь Михайлович  
Тел.: (095) 299-49-27; Email: [bogus@iitp.ru](mailto:bogus@iitp.ru)

Ведущие ученые лаборатории:

академик, д.филол.н.	Апресян Ю. Д.	к.ф.-м.н.	Цинман Л. Л.
д.филол.н.	Санников В. З.		Григорьев Н. В.
к.филол.н.	Григорьева С. А.		Крейдлин Л. Г.
к.филол.н.	Иомдин Л. Л.		Лазурский А. В.
к.ф.-м.н.	Митюшин Л. Г.		Фрид Н. Е.

## **НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Основной научной проблематикой лаборатории является функционирование естественного языка в качестве средства передачи информации. Фундаментальные исследования, проводимые в лаборатории, направлены на разработку полной действующей формальной модели языка типа "Смысл  $\Leftrightarrow$  Текст". Модель должна имитировать языковое поведение человека, т.е. его способность производить тексты на естественном языке и понимать их. Компьютерная версия модели, разрабатываемая в Лаборатории, имеет вид полифункционального многоязычного процессора, известного под условным наименованием ЭТАП. ЭТАП состоит из морфологических и комбинаторных словарей рабочих языков и наборов правил. В идеале правила во взаимодействии со словарями должны имитировать языковое поведение человека при производстве и понимании тестов. Объединенные в определенные модули, они приобретают и прикладную функцию, а именно, обеспечивают функционирование ряда построенных в Лаборатории систем переработки текстов, таких, как машинный перевод, порождение русских текстов по смысловому заданию на языке UNL, перифразирование предложений на данном естественном языке и т. п. Будучи инструментом решения ряда практических задач в области переработки текстов на естественных языках, такие системы, с другой стороны, служат экспериментальным полигоном для корректировки лингвистических описаний и получения принципиально новых лингвистических знаний. В 2002 году работа Лаборатории была направлена на расширение и совершенствование функциональных возможностей системы ЭТАП. Демонстрационная версия системы доступна по адресу <http://proling.iitp.ru>.

## **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

1) Продолжалась работа над пополнением и развитием комбинаторных словарей русского и английского языков.

– Словники этих словарей доведены до объема около 60000 единиц каждый, что соответствует объему крупных традиционных двуязычных словарей общего назначения.

– Лексикографическая информация в разных зонах словарей была пополнена и откорректирована. Наиболее существенной корректировке подверглись а) словарные статьи многозначных слов, б) модели управления, в) зона лексических функций. Основанием для пополнения и корректировки послужили, в частности, экспериментальные материалы, полученные в ходе функционирования разработанных в Лаборатории прикладных систем.

– Разработан модуль полуавтоматического ввода фразеологических единиц в комбинаторные словари.

2) Продолжалась работа над пополнением и развитием морфологических словарей русского и английского языков.

– Словари пополнялись за счет географических названий и собственных имен.

– Продолжалась работа по введению в морфологические словари композитов (типа квази- и quasi-) и компонентов сложных слов.

3) Начаты исследования по теме "Разработка теории и словаря глагольного управления для целей автоматического анализа и синтеза текстов на русском языке". Получены следующие результаты:

– Разработана новая лексико-семантическая теория глагольного управления, которая сводится к следующим тезисам: а) Глагольное управление отчасти семантически мотивировано, отчасти не мотивировано; б) мотивированные управляющие свойства глаголов определяются двумя семантическими факторами – системообразующими смыслами 'действие', 'процесс', 'состояние', 'свойство', 'акциональность', 'цель' и др., входящими в состав значений предикатных лексем, и самими их толкованиями; в) немотивированные управляющие свойства определяются индивидуальными лексическими особенностями глаголов.

– Составлен словник глаголов, подлежащих включению в словарь, объемом около 6000 единиц.

4) Разработан модуль перифразирования предложений русского языка на основе аппарата лексических функций; в ходе этой работы были получены следующие результаты:

– Разработан новый аппарат лексических функций, состоящий из новой системы определений лексических функций, зоны лексических функций в комбинаторных словарях и трех наборов правил: правил распознавания лексических функций в предложении, правил сведения предложений к их каноническому виду и правил собственно перифразирования. Этот аппарат был встроен в систему ЭТАП в качестве особого модуля.

– Осуществлена комплексная отладка системы перифразирования на компьютере и проведена большая серия экспериментов по перифразированию.

– Начат анализ экспериментального материала, позволивший не только отладить фрагменты лингвистических баз знаний, содержавших ошибки, но и серьезно продвинуться в понимании фундаментальных свойств языка.

5) Продолжалась работа по созданию русской подсистемы для программы многоязычной коммуникации на базе Универсального сетевого языка (UNL). Эта программа, разрабатываемая большим международным консорциумом под эгидой ООН, ставит своей целью обеспечить для пользователей Интернета возможность получать и распространять информацию на родном языке. Познакомиться с этой программой можно на сайте [www.undl.org](http://www.undl.org). Получены следующие результаты.

– Разработана первая версия модуля перевода с русского языка на UNL.

– Проведено совершенствование модуля перевода с языка UNL на русский. Этот модуль доступен по адресу [www.unl.ru](http://www.unl.ru).



## **Институт проблем передачи информации РАН**

– Проведен анализ спецификации языка UNL и разработаны предложения по ее совершенствованию.

6) Продолжалась работа по построению аннотированного корпуса русских текстов.

– Проведена аннотация 4000 предложений корпуса.

– Усовершенствовано программное обеспечение комплекса "Рабочее место аннотатора": разработана программа, которая либо сама исправляет обнаруженные в тексте ошибки, либо находит формальные дефекты морфо-синтаксических структур и выдает человеку список ошибок.

– Фрагмент корпуса передан компании Яндекс для совместной разработки поисковой системы и предоставления открытого телекоммуникационного доступа к корпусу через Интернет.

7) Разработан и интегрирован в лингвистический процессор ЭТАП оригинальный комбинированный алгоритм синтаксического анализа. В нем правила синтаксического анализа в процессе разрешения языковой неоднозначности динамически взаимодействуют со специально разработанным статистическим модулем, который приписывает веса гипотетическим синтаксическим связям на основе данных синтаксически размеченного корпуса текстов.

8) Построен первый образец принципиально новой интерактивной системы разрешения лексической неоднозначности для машинного перевода и других приложений. Система основана на динамическом взаимодействии алгоритма анализа с интуицией пользователя-человека, не имеющего никакой специальной лингвистической подготовки. Получив от пользователя ответы на предложенные ему простые вопросы (выбрать синоним данного слова, его перифразу, упрощенное толкование и т. п.), система обеспечивает стопроцентное различение лексической неоднозначности. С помощью этой системы обработано 20000 слов комбинаторного словаря, для которых выявлена структура полисемии и построены диагностические описания.

9) Разработаны лингвистические средства разрешения лексико-грамматической неоднозначности.

10) Разработана программа идентификации и маркировки в тексте именных групп, обозначающих лиц.

11) Обеспечена поддержка работы процессора ЭТАП с символами различных кодовых таблиц.

12) Разработана новая система HELP для процессора ЭТАП.

## **ГРАНТЫ:**

• **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 01-06-80453):** "Разработка комбинированного алгоритма синтаксического анализа для лингвистического процессора ЭТАП-3".

• **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 01-07-90405):** "Создание аннотированного корпуса русских текстов (вторая очередь)".

• **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 02-06-80085):** "Разработка интерактивной системы разрешения лексической неоднозначности для машинного перевода и других приложений".

• **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 02-06-80106):** "Разработка теории и словаря глагольного управления для целей автоматического анализа и синтеза текстов на русском языке".

**ПУБЛИКАЦИИ В 2002 г.**

1. Апресян Ю.Д. Об одной закономерности устройства семантических систем // Проблемы семантического анализа лексики. Тезисы докладов международной конференции. М., 2002. С. 6-9.
2. Апресян Ю.Д. Взаимодействие лексики и грамматики: лексикографический аспект // Русский язык в научном освещении. 2002. № 3. С. 10-29.
3. Апресян Ю.Д. Новый объяснительный словарь синонимов русского языка: ход работы и результаты // Вестник Российского гуманитарного научного фонда. 2002. № 3. С. 87-99.
4. Апресян Ю.Д., Цинман Л.Л. Формальная модель перифразирования предложений для систем переработки текстов на естественных языках // Русский язык в научном освещении. 2003. № 4.
5. Богуславский И.М. «Сандхи» в синтаксисе: загадка уже не // ВЯ. 2002. № 5. С. 19-37.
6. Богуславский И.М., Григорьев Н.В., Григорьева С.А., Иомдин Л.Л. Разработка синтаксически размеченного корпуса русского языка // Доклады научной конференции "Корпусная лингвистика и лингвистические базы данных". С.-Пб.: изд-во С.Петербургского университета, 2002. С. 40-50.
7. Иомдин Л.Л. Уроки русско-английского (из опыта работы системы машинного перевода) // Труды Международного семинара Диалог'2002 по компьютерной лингвистике и ее приложениям. М.: Наука, 2002. Т. 2. С. 234-244.
8. Иомдин Л.Л., Сизов В.Г., Цинман Л.Л. Использование эмпирических весов при синтаксическом анализе // Обработка текста и когнитивные технологии. Казань: Отечество, 2002. № 6. С. 64-72.
9. Фрид Н.Е. Употребление настоящего исторического и прошедшего времен в спонтанной устной речи // Международная школа по лингвистической типологии и антропологии. Материалы лекций и семинаров. М.: РГГУ, 2002. С. 268-269.
10. Apresjan Ju.D. Principles of Systematic Lexicography // Lexicography and Natural Language Processing. A Festschrift in Honour of B.T.S. Atkins. Marie-Hélène Corréard (ed), Euralex 2002. P. 91-104.
11. Apresjan Ju.D., Boguslavsky I.M., Iomdin L.L., Tsinman L. L. Lexical Functions in NLP: Possible Uses. – In: Computational Linguistics for the New Millenium: Divergence or Synergy? Proceedings of the International Symposium held at the Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, 21-22 July 2000. Manfred Klenner / Henriëtte Visser (eds.) Frankfurt am Main, 2002. P. 55-72.
12. Boguslavsky I., Chardin I., Grigorjeva S., Iomdin L. et al. Development of a dependency treebank for Russian and its possible applications in NLP // Proceedings of the Third International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC-2002), v. III, Las Palmas. P. 852-856.
13. Boguslavsky I. Some lexical issues of UNL // Proceedings of the First International Workshop on UNL, other interlinguas and their applications, Las Palmas, 2002. P. 19-22.
14. Iomdin L., Sizov V., Tsinman L. Utilisation des poids empiriques dans l'analyse syntaxique: une application en Traduction Automatique // META. 2002. V. 47. No. 3. P. 351-358.
15. Апресян Ю.Д. Остановка движения как симптом внутреннего состояния: синонимический ряд *замереть* // Сборник в честь В. Н. Сидорова (в печати).

16. Апресян Ю.Д. Системность лексики: семантические парадигмы и семантические альтернативы // В сборник в честь С. Кароляка (в печати).
17. Апресян Ю.Д. Акциональность и стативность как сокровенные смыслы (охота на *оказывать*) // Сборник статей к 70-летию Н.Д. Арутюновой. М.: Языки русской культуры, 2003 (в печати).
18. Апресян Ю.Д. Трактовка вида в словаре: правила, тенденции, лексикализация // Сборник в честь проф. Лемана, Гамбург (в печати).
19. Апресян Ю.Д. Об одной закономерности устройства семантических систем // Пятые Шмелевские чтения (в печати).
20. Апресян Ю.Д. Принципы организации центра и периферии в лексике и грамматике // Сборник в честь В.С. Храковского (в печати).
21. Богуславский И.М. Замечания об актантной структуре адвербиальных дериватов (в печати).
22. Богуславский И.М. Часть – Целое – Признак: заметки о сфере действия кванторных слов (в печати).
23. Иомдин Л.Л. Идея и цель: об одном типе русских связочных предложений // Сборник статей к 70-летию Н.Д. Арутюновой. М.: Языки русской культуры, 2003 (в печати).
24. Apresjan Ju.D., Boguslavsky I.M., Iomdin L.L., Tsinman L.L. Lexical Functions in ETAP-3 // Сборник в честь 70-летия И.А. Мельчука (в печати).

## ЛАБОРАТОРИЯ № 16

### *Лаборатория стохастических динамических систем*

Заведующий лабораторией – д.ф.-м.н., профессор

Веретенников Александр Юрьевич

Тел.: (095) 299-94-15, E-mail: [veretenn@iitp.ru](mailto:veretenn@iitp.ru)

Ведущие ученые лаборатории:

д.т.н.	Липцер Р. Ш.	к.ф.-м.н.	Кицул П. И.
к.т.н.	Григорьев Ф. Н.	к.ф.-м.н.	Пухальский А. А.
к.т.н.	Гулинский О. В.	к.ф.-м.н.	Серебровский А. П.
к.т.н.	Кистлеров В. Л.	Ph.D.	Лотоцкий С. В.

В настоящее время Р. Ш. Липцер, П. И. Кицул, А. А. Пухальский и С. В. Лотоцкий работают за рубежом, оставаясь сотрудниками лаборатории.

## НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В 2002 году сотрудники лаборатории продолжили исследования в области стохастического анализа и его приложений. Работа в этом направлении успешно ведется лабораторией на протяжении последних лет.

Сотрудник лаборатории А. А. Пухальский удостоен премии за 2001-2002 годы "Лучшая публикация в области прикладной теории вероятности" – 2002 INFORMS Applied Probability Society Best Publication за работы:

- Polling Systems in Heavy Traffic: A Bessel Process Limit // Mathematics of Operations Research. 1998. V. 23. No. 2. P. 257-304 (with E.G. Coffman, Jr., and M.I. Reiman).
- Polling Systems with Zero Switchover Times: a Heavy-Traffic Averaging Principle. // The Annals of Applied Probability. 1995. V. 5. No. 3. P. 681-719 (with E.G. Coffman, Jr., and M.I. Reiman).

Особое внимание в лаборатории уделяется исследованию новых нестандартных задач в области теории больших уклонений.

А. А. Пухальский изучал связь принципа больших уклонений для траекторий стохастических процессов и порожденных ими инвариантных мер. Оказывается, что предельный элемент последовательности инвариантных мер может быть идентифицирован как инвариантная мера предельного идемпотентного процесса.

Полученные результаты нашли применение при изучении диффузионных процессов и процессов, порожденных задачами теории массового обслуживания. Результаты изложены в принятой к публикации работе:

- Puhalskii A. On large deviation convergence of invariant measures // J. Theoret. Prob. (to appear).

О. В. Гулинский разработал общий подход к исследованию больших уклонений, который позволяет изучать задачи, не имеющие явного представления в виде функционала по траекториям случайного процесса. Необходимость такого подхода мотивирована некоторыми задачами квантовой механики. С помощью

этого подхода исследована логарифмическая асимптотика некоторого функционала, порожденного моделью квантового ангармонического кристалла. Эта асимптотика описывается как и в стандартных больших отклонениях с помощью идемпотентной меры. Результаты опубликованы в работе:

– Gulinsky O. The Principle of the Largest Terms and Quantum Large Deviations // *Kybernetika*. 2003. V. 38. No. 2 (in print).

Р. Ш. Липцер и А. Ю. Веретенников исследовали умеренные отклонения для процессов с гладкими возмущениями. Хорошо известны результаты о больших отклонениях для процессов с возмущениями броуновского типа. Однако во многих физических задачах более естественно рассматривать гладкие возмущения. Этот новый класс задач исследовался в работе:

– Liptser R., Veretennikov A. Freidlin-Wentzell type moderate deviations for smooth processes // *Markov Processes and Related Fields* (to appear).

Еще одно новое направление в теории больших отклонений связано с задачами аппроксимации решений стохастических дифференциальных уравнений. Здесь, естественно, возникает вопрос – верен ли принцип больших отклонений для приближенных решений, и, если верен, то как при этом связаны функционалы действия? Для аппроксимации в схеме Эйлера ответы получены в работах А. Ю. Веретенникова:

– Veretennikov A. On large deviations for approximations of SDEs // *Probability Theory and Related Fields* (to appear).

– Veretennikov A. On large deviations for approximations of SDEs on the torus // *Theory of Probability and their Applications – TViP* (to appear).

А. Ю. Веретенников продолжил исследования в области диффузионной аппроксимации пуассоновских процессов в работе:

– Veretennikov A., Pardoux E. On Poisson equation and diffusion approximation 2 // *Annals of Probability* (to appear).

Задача оценки параметров для марковских процессов с полиномиальным ростом функции потерь исследована в работе:

– Veretennikov A., Varakin A. On parameter estimation for polynomial ergodic Markov chains with polynomial growth lost function // *Markov Processes and Related Fields*. 2002. No. 8(1). P. 127-144.

Р. Ш. Липцер, А. П. Серебровский и П. И. Кицул исследовали свойства наблюдаемых компонент марковского процесса в задаче фильтрации. Получены необходимые и достаточные условия, при которых наблюдаемый процесс является марковским. Результаты опубликованы в работе:

– Kitsul P.I., Liptser R.Sh., Serebrovski A.P. Markovianity of a subset of components of a Markov process // *J. Systems & Control Letters*. 2002. V. 46/4. P. 237-242.

Сотрудники лаборатории ведут активную преподавательскую деятельность: в МФТИ – Ф. Н. Григорьев, А. П. Серебровский и О. В. Гулинский; в зарубежных университетах – Р. Ш. Липцер, А. А. Пухальский, П. И. Кицул, С. В. Лотоцкий, А. Ю. Веретенников.

Международное сотрудничество налажено, главным образом, с вероятностной группой лаборатории LATP CMI Университета Прованса [г. Марсель, Франция; с проф. Этьеном Парду (E. Pardoux) в качестве лидера]. Также существуют тесные контакты с университетами Universite Paris 6 [с проф. Жаном Жакодом (Jean Jacod) и Пьером Приуре (Pierre Priouret)], с Universite du Main [Франция; с проф. Юрием Кутоянцем (Yuri Kutoyants)]; с Институтом им. Вейерштрасса прикладного анализа и стохастики (WIAS, Берлин, Германия); с Университетом Уо-

рика [the University of Warwick, Великобритания, с проф. Дэвидом Элворси (David Elworthy)], Институтом математики Копенгагенского университета, Университетом Триера (проф. Д. Баум), Университетом Вюрцбурга (проф. Е. Фон Коллани) и рядом других.

Большое число докладов в различных зарубежных университетах было прочитано Р. Ш. Липцером, А. А. Пухальским, О. В. Гулинским, А. Ю. Веретенниковым.

## **ГРАНТЫ**

- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 00-01-22000)** – Руководитель А. Ю. Веретенников.
- **INTAS (№ 99-0590)** – Координатор А. Ю. Веретенников.

## **ЛАБОРАТОРИЯ № 17**

### ***Лаборатория сетей передачи информации***

Заведующий лабораторией – д.т.н., профессор

Вишневский Владимир Миронович

Тел./факс: (095) 299-29-04; E-mail: [vishn@iitp.ru](mailto:vishn@iitp.ru)

Ведущие ученые лаборатории:

д.т.н.	Лазарев В. Г.	к.т.н.	Баканова Н. Б.
д.т.н.	Ляхов А. И.	к.т.н.	Воробьев В. М.
д.т.н.	Овсеевич И. А.	к.т.н.	Миронов Д. А.
к.т.н.	Астафьева И. Н.	к.т.н.	Пийль Е. И.

## **НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Основные направления деятельности лаборатории – разработка теоретических основ анализа и синтеза распределенных сетей передачи информации и практическое внедрение крупномасштабных проектов распределенных сетей передачи информации.

Теоретические исследования проводятся в следующих направлениях:

- разработка методов и алгоритмов динамической маршрутизации в АТМ-сетях;
- развитие мультипликативной теории стохастических сетей очередей – разработка методов и алгоритмов исследования G-сетей;
- разработка методов анализа и синтеза беспроводных локальных и распределенных сетей передачи информации, управляемых протоколом IEEE 802.11;
- разработка методов и алгоритмов синтеза топологии и выбора оптимальной маршрутизации в сетях передачи информации;
- разработка и исследование беспроводных сетей на базе инфракрасных и лазерных модемов;
- разработка и исследование методов анализа протоколов интеллектуальных телекоммуникационных сетей на основе расширенной сети Петри.

## **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

В 2002 году продолжались фундаментальные исследования в области теории экстремальных графов, теории сетей массового обслуживания и надежности с одновременным проведением натуральных экспериментов по исследованию передовых технологий с применением различных физических сред (оптических, радио, спутниковой связи), различных операционных сред и архитектур сетей.

В лаборатории получены следующие фундаментальные результаты:

- проведены систематизация, анализ методов и алгоритмов маршрутизации в сетях пакетной коммутации и дано описание алгоритмов динамической маршрутизации для АТМ-сетей;

## Научная деятельность в 2002 году

- разработаны модели G-сетей с отрицательными заявками, адекватно описывающие функционирование компьютерных сетей в условиях наличия помех и вирусов;
- разработаны математические модели анализа и синтеза топологической структуры беспроводных региональных компьютерных сетей (оптимального размещения базовых станций и подключения радиоабонентов для сетей этого класса);
- разработана модель верификации протокола интеллектуальной телекоммуникационных сетей на основе расширенной сети Петри.

Теоретические результаты в области анализа и синтеза распределенных сетей передачи информации использовались как основа для разработки крупномасштабных проектов сетей передачи информации. *Результаты научных исследований были реализованы в следующих работах:*

- Топологическое развитие сотовой радиомобильной сети Радионет для подключения к сети Интернет организаций науки, культуры и образования г. Москвы.
- Разработка опытного образца оптической атмосферной линии с использованием инфракрасных модемов и передача на Красногорский завод им. Зверева для выпуска опытной серии.
- Разработка типового проекта компьютерной сети наукограда (на примере наукограда Обнинск).
- Разработка единого терминала для бронирования авиационных и железнодорожных билетов на внутренние и зарубежные линии.
- Разработка протоколов взаимодействия беспроводных сетей 802.11 и сотовых сетей GPRS, что обеспечило возможность создания корпоративных беспроводных сетей практически в любом регионе Российской Федерации, а также расширить географию доступа в Интернет государственных и коммерческих пользователей.
- Развитие и наращивание сетей передачи информации Министерства транспорта РФ, Президиума РАН, Российского дорожного агентства.
- Разработка и развитие автоматизированной системы документооборота для крупных управленческих организаций.

## **ГРАНТЫ:**

- **Целевая программа РАН:** "Телекоммуникации и интеграционные системы".
- **Министерство промышленности, науки и технологий Российской Федерации (Госконтракт № 37.053.11.0063):** "Методы проектирования компьютерных сетей".
- **Международный российско-итальянский проект. Министерство науки и технологий РФ:** "Оптимальное проектирование мобильных беспроводных сетей передачи информации с использованием стохастических моделей" (проект "Беспроводные коммуникационные сети").
- **PST.CLG.977405 (программа «Партнерство с НАТО»):** "Беспроводный доступ в Интернет на основе технологии IEEE 802.11".



**ПУБЛИКАЦИИ В 2002 г.**

1. Vishnevsky V.M., Lyakhov A.I. IEEE 802.11 Wireless LAN: Saturation Throughput Analysis with Seizing Effect Consideration // Cluster Computing. 2002. No. 5. P. 133-144.
2. Vishnevsky V.M., Lyakhov A.I. 802.11 LANs: Saturation Throughput in the Presence of Noise // Proc. of 2nd Int. IFIP TC6 Networking Conf. (Networking'2002), Pisa, Italy, May 19-24, 2002. – Lecture Notes in Computer Science. Springer-Verlag, 2002. V. 2345. P. 1008-1019.
3. Vishnevsky V.M., Lyakhov A.I. Estimation of Maximal TCP/IP Traffic Rate over 802.11 Network with Hidden Stations // Тезисы докладов Международного семинара "Applied stochastic models and information processes", г. Петрозаводск, 8-13 сентября 2002 г. С. 156-158. См. также электронный журнал "Информационные процессы", 2002. Т. 2. № 2. С. 270-272.
4. Вишневский В.М., Ляхов А.И. Оценка максимальной пропускной способности региональной радиосети, используемой для доступа в Интернет // Труды VIII Международной конференции по информационным сетям, системам и технологиям ISINSAT-2002, г. Санкт-Петербург, 16-19 сентября 2002 г. С. 34-42.
5. Ляхов А.И., Мацнев Д.Н., Лаконцев Д.В., Шелихов О.Н. Сбор и анализ характеристик функционирования действующей беспроводной сети на основе протокола IEEE 802.11 // Труды VIII Международной конференции по информационным сетям, системам и технологиям ISINSAT-2002, г. Санкт-Петербург, 16-19 сентября 2002 г. С. 225-235.
6. Лазарев В.Г., Фоломеев А.К. Адаптивное управление на сети ATM // Труды LVII научной сессии, посвященной Дню Радио. Москва, 2002. С. 7-9.
7. Лазарев В.Г., Пийль Е.И., Усманов П.Ю. Анализ протоколов взаимодействия удаленных объектов интеллектуальных сетей // Труды LVII научной сессии, посвященной Дню Радио. Москва, 2002. С. 11-14.
8. Киселев Е.М., Лазарев В.Г. Распределение цифровых потоков на транспортной сети СЦИ // Труды LVII научной сессии, посвященной Дню Радио. Москва, 2002. С. 14-16.
9. Лазарев В.Г., Пийль Е.И., Усманов П.Ю. Применение сетей Петри для анализа протоколов интеллектуальных сетей // Труды VIII Международной конференции ICINSAT-2002, г. Санкт-Петербург, 16-19 сентября 2002 г. С. 16-18.
10. Лазарев В.Г. Управление услугами телекоммуникационных сетей // Труды VIII Международной конференции ICINSAT-2002, г. Санкт-Петербург, 16-19 сентября 2002 г. С. 9-10.
11. Вексельман М.И., Лазарев В.Г. Применение интеллектуальной платформы в сетях передачи данных // Материалы Международной научно-технической конференции "Супер ЭВМ и многопроцессорные вычислительные системы – МВС 2002". Таганрог, 2002. С. 91-94.
12. Вишневский В.М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. М.: Техносфера, 2003. 512 с. (в печати)
13. Бочаров П.П., Вишневский В.М. G-сети: развитие теории мультипликативных сетей // Автоматика и телемеханика (в печати).
14. Вишневский В.М., Пороцкий С.М. Динамическая маршрутизация в ATM сетях – проблемы и решения // Автоматика и телемеханика (в печати).

## НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

Заведующий отделом – к.ф.-м.н. Венец Владимир Иосифович  
Тел.: (095) 209-22-35; E-mail: [venets@iitp.ru](mailto:venets@iitp.ru)

### Группа по проблемам муниципального управления

Руководитель группы – д.т.н., профессор Соловьев Михаил Михайлович  
Тел.: (095) 299-83-54; E-mail: [soloviev@iitp.ru](mailto:soloviev@iitp.ru)

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Продолжены исследования по проблеме управления государственной и муниципальной собственностью (недвижимостью), включающие:

– анализ и систематизацию проблем оценочной деятельности в условиях глобализации рынков инвестиций и недвижимости, в том числе, ориентированные на обеспечение взаимного профессионального признания в рамках двух- и многосторонних деловых взаимодействий;

– анализ путей и механизмов защиты и эффективного использования государственной и муниципальной собственности (недвижимости) в современных условиях развития земельно-имущественных отношений, в том числе, механизмов аккредитации профессиональных участников рынка недвижимости, арендных отношений и аукционных торгов;

– сравнительный анализ проблем организации домовладения и пользования в условиях переходной экономики стран Восточной Европы и России, а также быстро растущих рыночных экономик крупнейших стран Азии, Африки и Южной Америки.

Продолжила работу совместная (ИППИ РАН и Оксфордского Брукс университета) лаборатория по исследованию проблемы дистанционного обучения. За отчетный период разработаны основы деловой игры «Аукцион», моделирующей многоуровневые отношения в системе «государственный (муниципальный) собственник – аукционисты – участники аукционов по продаже государственной и муниципальной собственности (покупатели, инвесторы)». Игра предназначена для обучения разнообразным ситуациям принятия решений каждой из сторон названной системы в условиях конкурентной среды аукционных торгов и меняющейся финансово-экономической конъюнктуры.

## ГРАНТЫ:

- **DFID (Department for International Development):** "UN-HABITAT – участие в международном проекте по сравнительному анализу проблем домовладения и пользования в странах с переходной экономикой и развивающимися рыночными механизмами". Работы проводятся совместно с Р. Гровером и П. Мунро-Форе (по Восточно-Европейскому региону) и под общим руководством Дж. Пэйна.

**ПУБЛИКАЦИИ В 2002 г.**

1. Соловьев М.М. Оценочная деятельность (оценка недвижимости): Учебное пособие. – М.: ГУ ВШЭ, 2002. 224 с.
2. Соловьев М.М., Айзензон С.Е, Полянский А.И. Регулирование имущественных отношений и защита государственной собственности // Сб. тезисов Международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем», М.: ИПУ РАН, 2002.
3. Grover R., Munro-Faure P., Soloviev M. Housing tenure change in the transitional economies // Land Rights and Innovation / Edited by G. Payne, ITDG-Publishing, UK, 2002, Part II, Chapter 3. P. 41-56.
4. Управление государственной собственностью: Учебник / Под ред. д.э.н., проф. В.И. Кошкина. – М.: ЭКМОС, 2002. 664 с. (в составе авторского коллектива).
5. Гровер Р., Соловьев М. Сравнительный зарубежный опыт регулирования профессиональной оценочной деятельности // Организация и методы оценки предприятия (бизнеса): Учебник / Под ред. В.И. Кошкина. – М.: ИКФ «Экмос», 2002. Глава 18. С. 671-744.

## Журналы ИППИ РАН

Институт проблем передачи информации РАН является соучредителем трех журналов: "Проблемы передачи информации", "Автоматика и телемеханика", выходящих на русском и английском языках, а также нового электронного журнала "Информационные процессы".

### *Проблемы передачи информации*

**Главный редактор:** доктор физико-математических наук Л. А. Бассалыго.

**Заместитель главного редактора:** академик Н. А. Кузнецов.

**Ответственный секретарь:** кандидат физико-математических наук Д. Ю. Ногин.

**Члены редколлегии:** академик И. А. Ибрагимов; доктора физико-математических наук: В. А. Зиновьев, В. Д. Колесник, В. А. Малышев, М. С. Пинскер, В. М. Тихомиров, Ю. Н. Тюрин, В. А. Успенский; доктора технических наук: В. В. Зяблов, Р. Ш. Липцер, И. А. Овсеевич, Б. С. Цыбаков; кандидат технических наук А. М. Барг.

Журнал "**Проблемы передачи информации**" основан в 1965 году и выходит 4 раза в год. Журнал переводится на английский язык издательством Plenum Publishing Corporation (233 Spring Street, New York, NY 10013, USA).

Журнал публикует оригинальные статьи и обзоры по следующим основным направлениям:

- теория информации;
- теория кодирования;
- методы обработки сигналов;
- теория автоматов;
- большие системы;
- моделирование каналов связи;
- теория сетей связи;
- распознавание образов;
- информация в живых системах;
- теория языков;
- защита информации.

Журнал реферируется в следующих зарубежных изданиях: "Mathematical Reviews", "Language and Language Behavior Abstracts", "Engineering Index", "Computer and Information Systems Abstracts Journal", "INSPEC – Electrical and Electronics Abstracts" и "Electronics Abstracts", "Zentralblatt für Mathematik" и "Information Science Abstracts".

## **Автоматика и телемеханика**

**Главный редактор:** академик Н. А. Кузнецов.

**Заместители главного редактора:** академик А. А. Красовский, член-корреспондент РАН П. П. Пархоменко.

**Ответственный секретарь:** доктор технических наук Д. А. Новиков.

**Члены редколлегии:** академик С. В. Емельянов; академик АН Грузии И. В. Прангишвили; члены-корреспонденты РАН: Ю. С. Попков, Е. С. Пятницкий; доктора технических наук: Ф. Т. Алескеров, В. Н. Буков, В. М. Вишневский, Б. Г. Волик, О. П. Кузнецов, В. В. Кульба, А. П. Курдюков, В. А. Лотоцкий, Л. А. Мироновский, В. Н. Новосельцев, Б. Т. Поляк, А. И. Пропой; доктора физико-математических наук: Н. А. Бобылев, А. И. Кибзун, В. Б. Колмановский, Б. М. Миллер, В. В. Рыков, А. П. Уздемир; кандидат технических наук Б. В. Лункин; кандидаты физико-математических наук: В. И. Венец, П. Ю. Чеботарев.

Журнал "**Автоматика и телемеханика**" – первый в мире научный журнал, специально посвященный вопросам теории управления. Журнал начал издаваться в 1936 году с периодичностью 6 номеров в год.

С 1956 года "Автоматика и телемеханика" и выходит ежемесячно и переводится на английский язык издательством Plenum Publishing Corporation (233 Spring Street, New York, NY 10013, USA) под названием "Automation and Remote Control".

За время существования журнала его тематика существенно эволюционировала и расширялась. В настоящее время она отражает практически всю научную проблематику, так или иначе связанную с управлением, и включает следующие направления:

- детерминированные системы;
- стохастические системы;
- системы массового обслуживания;
- дискретные системы;
- адаптивные и робастные системы;
- развивающиеся системы;
- управление в биологических системах и медицине;
- моделирование поведения и интеллекта;
- автоматы;
- техническая диагностика;
- автоматизированные системы управления;
- вычислительная техника в управлении;
- технические средства в управлении;
- системы автоматизации производственных процессов;
- надежность.

Журнал реферируется в следующих зарубежных изданиях: "Mathematical Reviews", "Chemical Abstracts", "Electronics and Communications Abstracts Journals", "Current Contents", "Engineering Index", "Applied Mechanics Reviews", "Computer and Information Systems Abstracts Journal", "Zentralblatt für Mathematik" и "Information Science Abstracts".

## **Информационные процессы**

**Главный редактор:** академик Н. А. Кузнецов.

**Заместитель главного редактора:** член-корреспондент РАН Ю. П. Попов.

**Ответственный секретарь:** кандидат физико-математических наук В. И. Венец.

**Члены редколлегии:** академик Ю. Д. Апресян; академик АН Грузии И. В. Прангишвили; члены-корреспонденты РАН: Ю. Г. Евтушенко, В. П. Иванников, С. П. Курдюмов, Е. С. Пятницкий; доктора физико-математических наук: Л. А. Бассальго, В. С. Козякин, Д. А. Корягин, В. А. Любецкий, Г. Г. Малинецкий, Б. М. Миллер, Г. И. Осипов, А. В. Чернавский; доктора технических наук: В. М. Вишневский, В. В. Зяблов, О. П. Кузнецов, В. Л. Стефанюк; кандидаты технических наук: М. Н. Вайнцвайг, Н. С. Мерзляков.

Журнал "**Информационные процессы**" основан в 2000 году как электронный научный журнал, свидетельство о регистрации в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций: Эл. № 77-4172 от 27 октября 2000 года.

Журнал публикует статьи и заметки, содержащие новые научные результаты в области теоретических и прикладных проблем информационных процессов, по следующим разделам:

- теория и методы обработки информации;
- передача информации в компьютерных сетях;
- системы управления базами данных и знаний;
- информационная безопасность;
- компьютерная лингвистика;
- информационные технологии в технических и социально-экономических системах;
- программирование;
- анализ и синтез систем управления;
- математические модели, вычислительные методы;
- информационное взаимодействие.

Электронный адрес журнала – <http://www.iip.ru>

Содержание

	Стр.
<b>ДИРЕКЦИЯ ИППИ РАН</b>	<b>2</b>
<b>ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ</b>	<b>3</b>
<b>НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И РЕЗУЛЬТАТЫ 2002 г.</b>	<b>4</b>
<i>Лаборатория теории передачи информации и управления</i>	<b>6</b>
<i>Сектор компьютерной логики в информационных процессах</i>	<b>17</b>
<i>Лаборатория моделей и алгоритмов обработки изображений</i>	<b>28</b>
<i>Сектор цифровой оптики</i>	<b>33</b>
<i>Лаборатория информационных технологий анализа и защиты данных</i>	<b>38</b>
<u>Помехоустойчивое кодирование и передача информации</u>	<b>38</b>
<u>Геоинформационные технологии и системы</u>	<b>40</b>
<u>Партнерские системы</u>	<b>42</b>
<u>Теория речевого сигнала</u>	<b>43</b>
<i>Добрушинская математическая лаборатория</i>	<b>46</b>
<i>Лаборатория теории телетрафика</i>	<b>53</b>
<i>Лаборатория обработки биоэлектрической информации</i>	<b>57</b>
<u>Группа искусственного интеллекта</u>	<b>60</b>
<i>Лаборатория обработки сенсорной информации</i>	<b>63</b>
<i>Лаборатория нейробиологии моторного контроля</i>	<b>72</b>
<i>Лаборатория теории коммуникационных сетей</i>	<b>77</b>
<i>Лаборатория биоинформатики клеточных процессов и управления движением</i>	<b>82</b>
<i>Лаборатория систем организации поведения</i>	<b>91</b>
<i>Лаборатория проблем сознания и коммуникации</i>	<b>94</b>
<i>Лаборатория компьютерной лингвистики</i>	<b>95</b>
<i>Лаборатория стохастических динамических систем</i>	<b>100</b>
<i>Лаборатория сетей передачи информации</i>	<b>103</b>
<b>НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ ОТДЕЛ</b>	<b>106</b>
<u>Группа по проблемам муниципального управления</u>	<b>106</b>
<b>ЖУРНАЛЫ ИППИ РАН</b>	<b>108</b>
<i>Проблемы передачи информации</i>	<b>108</b>
<i>Автоматика и телемеханика</i>	<b>109</b>
<i>Информационные процессы</i>	<b>110</b>