

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

Ведущие ученые лаборатории:

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

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

Для задач аэрокосмического мониторинга земной поверхности, мониторинга морских биологических сообществ и дистанционного обнаружения и распознавания точечной цели за пределами атмосферы разработаны алгоритмы определения объективных отражательных свойств наблюдаемых поверхностей по отраженному от них излучению в условиях неизвестного естественного освещения. Найденны условия на спектры освещения, при которых эти задачи решаются в рамках локального подхода: для существования спектральных инвариантов окраски поверхностей необходимо и достаточно, чтобы спектр освещения описывался вполне определенной формулой, зависящей от ряда порождающих функций длины волны и от некоторого количества свободных параметров (числа степеней свободы многообразия освещений). По внешнему виду формула идентична формуле Бугера-Ламберта-Бера, описывающей спектральный состав света, прошедшего через раствор смеси красителей. Отсюда следует автоматическая выполнимость найденного условия для освещения в водной среде. Показано, что естественное освещение на земной поверхности также удовлетворяет этим условиям. Предложенные алгоритмы, решает задачу в четыре этапа: 1) получение входного изображения, 2) устранение вклада диффузного фона, 3) вычисление инвариантных к освещению параметров окраски наблюдаемого объекта в виде цвето-опponentных комбинации сигналов разных приемников и 4) этап дискриминации. Оценен вклад различных факторов в ошибки алгоритмов, рассмотрены вопросы их применимости и предложены методические рекомендации для проведения необходимых расчетов в конкретных приложениях. (В. В. Максимов, П. В. Максимов)

Продолжены работы с компьютерной моделью карликовых нейронных путей в центральной сетчатке приматов. Модель была усовершенствована посредством использования списка координат и спектральных типов колбочек фовеального фрагмента реальной сетчатки макаки (Roorda et al., 2001). Применение в модели описания фрагмента реальной мозаики колбочек позволило поставить ряд компьютерных экспериментов, выявляющих влияние случайного расположения в сетчатке колбочек разных спектральных типов на обработку зрительных сигналов. Модель включает в себя несколько тысяч нейронов. Это первое описание компьютерной модели такого объема в отечественной и в зарубежной литературе. В модельных экспериментах исследовано формирования синезелтого опponentного сигнала в сетчатке приматов. Была построена упрощенная модель сетчаточного механизма синезелтой опponentности, которая, по нашим сведениям, является первой компьютерной моделью такого рода. Модель предполагает линейность преобразований всех сигналов и позволяет получить реакцию только на неизменные или периодически изменяющиеся во времени стимулы. Модель включает колбочки всех трёх типов, карликовые off-биполяры, а также нейроны, специфические для синечувствительных колбочек: "синие" on-биполяры, горизонтальные клетки типа H2 и малые двухслойные ганглиозные клетки. (Д. С. Лебедев)

Проведено исследование зависимости остроты зрения от расстояния наблюдения у детей 5-7 лет с использованием различных оптопов. Ранее при тестировании школьников и взрослых с помощью оригинальных таблиц собственного изготовления со знаками Снеллена было показано, что у большинства испытуемых острота зрения зависит от расстояния наблюдения. Поскольку у опponentов возникало подозрение, что обнаруженная зависимость может объяс-

няться особенностями наших таблиц, в новых сериях экспериментов наши результаты были подтверждены с использованием других оптоотипов – Леа-символов и решеток разной пространственной частоты. Кроме того, был расширен возрастной диапазон испытуемых – были обследованы дошкольники. У большинства дошкольников с нормальным по оценке офтальмологов зрением также была обнаружена зависимость остроты зрения от расстояния. Этот факт имеет принципиальное значение, так как считается, что у дошкольников объем аккомодации достаточно велик для обеспечения одинаково хорошей фокусировки на всех расстояниях. У детей с амблиопией кривые зависимости остроты зрения от расстояния наблюдения могли заметно различаться, т. е. степень амблиопии могла быть различной для разных расстояний. Таким образом, для полной характеристики нарушений зрения у амблиопов требуется проведение измерений остроты зрения на нескольких расстояниях. (Г. И. Рожкова, Т. А. Подугольникова, В. С. Токарева)

В хронических опытах на кошках были обнаружены и исследованы все четыре элемента предполагаемой макромозаичной структуры четвертого экстрастриарного пояса (зоны V4A). Особое внимание обращалось на сравнение свойств рецептивных полей в пространственно разнесенных представлениях центральной нижней и центральной верхней частей поля зрения. Эти свойства оказались сходными. У всех животных были найдены удлинённые, радиально ориентированные рецептивные поля в верхней части поля зрения. Все четыре макромозаичных элемента были маркированы и была найдена их анатомическая локализация. Было обнаружено, что нейроны с радиально удлинёнными рецептивными полями проявляют повышенную чувствительность к стимуляции оптическим потоком. Для исследования анализа оптического потока нейронами зоны V4A, а в дальнейшем и нейронами других корковых зон была построена установка, позволяющая регистрировать нейронную активность и движения глаз при поступательном движении животного в естественном окружении по прямолинейной траектории на расстояние до шести метров. На этой установке активно ведутся эксперименты. Было проведено исследование активности нейронов зоны V4A в состоянии сна. Было обнаружено, что нейроны, отвечавшие в состоянии бодрствования на зрительные стимулы, в состоянии сна синхронизовали свою активность с ритмичкой миоэлектрической активности желудка и двенадцатиперстной кишки. Эти наблюдения открыли новое направление будущего исследования функции сна и корковой локализации функций. (И. Н. Пигарев, Е. И. Родионова)

Исследовали характер перестроек аудиограмм слуховой системы ночных бабочек-совок (Noctuidae, Lepidoptera) при искусственно вызванном сокращении мышц метоторакса. В работе был использован метод внеклеточной регистрации электрических ответов слуховых интернейронов проторакального ганглия. Аппликация хлорида калия в гемолимфу метоторакса в течение нескольких минут приводила к сокращению прилежащих мышц и росту слуховых порогов на низких частотах (в диапазоне 10-30 кГц на 10-14 дБ). На частотах выше 60 кГц разница в порогах до и после введения хлорида калия была обратной: пороги понижались в среднем на 3 дБ. Разнонаправленные изменения слуховой чувствительности на низких и высоких частотах можно объяснить одновременным действием двух факторов: перестройкой частоты тимпанальной мембраны от 24 кГц до 48-50 кГц за счёт ее продольного растяжения мышцами метоторакса и общим падением чувствительности тимпанального органа на 12 дБ вследствие образования продольной складчатости на поверхности растянутой мембраны. Существенное влияние на форму результирующей частотной характе-

Институт проблем передачи информации РАН

ристики слуховой системы совок оказывают также резонансные моды прилежащих структур тимпанального органа. (Д. Н. Лапшин)

С помощью новой установки (опто-электронная система для записи и измерения движений конечностей насекомых) проведена запись и затем проанализированы акустические сигналы гибридов первого и второго поколений между близкородственными видами саранчовых группы *Chorthippus albomarginatus* (комбинации *C. albomarginatus* x *C. oschei*, *C. oschei* x *C. karelini*). Гибридные сигналы по некоторым параметрам были промежуточными между сигналами родительских видов, однако в случае *albomarginatus/oschei* гибридов в среднем гибридная песня больше напоминала песню *C. albomarginatus*. В ходе поведенческих экспериментов исследованы реакции гибридных самок на акустические сигналы гибридных самцов и самцов чистых видов. Гибридные самки демонстрировали меньшую селективность, чем самки чистых видов: они практически не отличали гибридные сигналы от сигналов чистых видов. Однако наблюдалась некоторая асимметрия в предпочтениях сигналов чистых видов: гибридные самки чаще выбирали *C. albomarginatus*, чем *C. oschei*. Таким образом, можно говорить о сцепленности наследования механизмов распознавания видоспецифической песни и моторной программы стридуляции. (В. Ю. Веденина)

Предложен способ диагностики патологии зрительного нерва в районе хиазмы. Была выявлена зависимость доли локального ответа от интенсивности и углового размера стимулирующего света. С участием сотрудников МНИИ Глазных болезней им. Гельмгольца разработана аппаратура на основе микропроцессорной техники, которая позволяет исследовать критическую частоту слияния мельканий – КЧСМ – на отдельных участках сетчатки и зрительного нерва. Разработаны приборы для диагностики зрения детей методом КЧСМ. (К. В. Голубцов, О. Ю. Орлов)

Изготовлена установка для бесконтактной записи макродвижений глаз при естественном освещении. Изображение правого глаза вводится в компьютер с помощью TV-системы, работающей в ИК-диапазоне. В случае реального прямолинейного движения наблюдаемый объект закрепляется на каретке, движением которой управляет компьютер-программа. В случае более сложной траектории движения или стробоскопической стимуляции («кажущееся движение») используется экран монитора. Разработанное математическое обеспечение установки определяет параметры прослеживания с точностью 8 угловых минут на пиксел в диапазоне угла поворота глаза, составляющем 48 градусов. Разработана математическая модель видеосистемы с круговым обзором. Предложен алгоритм выделения объектов (маяков) системой технического зрения для построения траектории движения мобильного робота. (Д. Г. Лебедев, В. П. Андреев, Н. С. Суровичева)

ГРАНТЫ:

- **Программа фундаментальных исследований Президиума РАН "Фундаментальные науки – медицине" (Госконтракт № 10002-251/П-11/159-096.070403-458):** "Разработка компьютерной системы для мультифокальной КЧСМ-диагностики (ХИАЗМА)". Руководитель К. В. Голубцов.
- **Программа фундаментальных исследований ОБН РАН "Интегративные механизмы регуляции функций в организме" (Госконтракт № 10002-251/ОБН-01/158-096/160603-672):** "Исследование механизмов константности зрительного восприятия и зрительных иллюзий". 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 (№ 02-04-48256):** "Частотная перестройка слуховой системы ночных бабочек (Lepidoptera, Noctuidae)". Руководитель Д. Н. Лапшин.
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 03-04-49372):** "Исследование эффективности корковых возбуждающих проекций на хвостатое ядро и скорлупу в цикле сон – бодрствование и гипногенного эффекта электрической микростимуляции хвостатого ядра". Руководитель Е. И. Родионова.
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 03-04-06591):** Программа поддержки молодых ученых (совместно с проектом № 01-04-48632). Руководитель П. В. Максимов.
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 03-04-58813):** "Участие в 26-й ежегодной европейской конференции по зрительному восприятию ECVP (Париж, Франция, 1-5 сентября 2003 г.)". Руководитель Г. И. Рожкова.
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 03-04-58804):** "Участие в 26-й ежегодной европейской конференции по зрительному восприятию ECVP (Париж, Франция, 1-5 сентября 2003 г.)". Руководитель Д. С. Лебедев.
- **Alexander von Humboldt Foundation Grant (Equipment) № V-8151/03073.** Руководитель В. Ю. Веденина.

ПУБЛИКАЦИИ В 2003 г.

Статьи

1. Голубцов К.В. Компьютерная система для диагностики зрительной системы // Каталог выставки "Архимед 2003" (Москва, 18-21 марта 2003 г.). С. 80.
2. Голубцов К.В. Приборы "Радуга-3" и "Амелия" // Каталог международной выставки "Медицина: диагностика, профилактика, лечение. Здоровье нации". (Москва, 4-7 июня 2003 г.). С. 39.
3. Голубцов К.В., Куман И.Г., Хейло Т.С., Шигина Н.А., Трунов В.Г., Айду Э.А.-И., Софронов П.Д., Рябцева А.А. Мелькающий свет в диагностике и лечении патологических процессов зрительной системы человека // Информационные процессы. 2003. Т. 3. №. С. 114-122.
4. Егорова Т.С., Голубцов К.В. Влияние видеодисплея на зрительные функции слабовидящих школьников // Информационные процессы. 2003. Т. 3. № 2. С. 123-127.
5. 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. Т. 389. № 4. С. 154-156.

Институт проблем передачи информации РАН

6. Лапшин Д.Н., Воронцов Д.Д. Частотная перестройка тимпанальных органов совков (*Noctuidae*, *Lepidoptera*) // Сенсорные системы. 2003. Т. 17. № 3. С. 223-230.
7. Лапшин Д.Н., Воронцов Д.Д. Чувствительность совков *Enargia paleacea* Esp. (*Lepidoptera*, *Noctuidae*) к эхоподобным стимулам // ДАН. 2003. Т. 390. №4. С. 565-567.
8. Лебедев Д.С. Компьютерная модель сети карликовых нейронов в центральной сетчатке приматов // Сенсорные системы. 2003. Т. 17. № 2. С. 91-106.
9. Максимов П.В. Непредусмотренные полезные свойства, обнаруженные у модели зрительной ассоциативной памяти на модифицируемых синапсах, исходно предназначенной для объяснения эффекта ориентационно-обусловленного цветового последействия (I). – В кн.: Труды международных научно-технических конференций «Интеллектуальные системы (IEEE AIS'03)» и «Интеллектуальные САПР (CAD-2003)», Том 1. М.: Физматлит, 2003. С. 597-602.
10. Максимов П.В. Непредусмотренные полезные свойства, обнаруженные у модели зрительной ассоциативной памяти на модифицируемых синапсах, исходно предназначенной для объяснения эффекта ориентационно-обусловленного цветового последействия (II). – В кн.: Труды международных научно-технических конференций «Интеллектуальные системы (IEEE AIS'03)» и «Интеллектуальные САПР (CAD-2003)», Том 2. М.: Физматлит, 2003. С. 359-362.
11. Панютин А.К. Влияние времени экспозиции на восприятие глубины в условиях неоднозначного бинокулярного соответствия // Сенсорные системы. 2003. Т. 17. № 4. С. 330-338.
12. Подугольникова Т.А., Носова М.Ф. Оценка уровня развития кратковременной зрительной памяти у дошкольников с нарушениями бинокулярного зрения // Дефектология. 2003. № 1. С. 67-74.
13. Прохоров К.А., Николаева Г.Ю., Гордеев С.А., Николаев Д.П., Пашинин П.П. Комбинационное рассеяние света в ориентированном полиэтилене: область валентных колебаний группы CH_2 // Физикохимия полимеров: синтез, свойства и применение. Сборник научных трудов. Выпуск 9. Тверь, 2003. С. 50-54.
14. Рожкова Г.И., Панютин А.К., Родионова Е.И. Бинокулярное зрительное направление: модификация концепции циклопического глаза // Сенсорные системы. 2003. Т. 17. № 3. С. 214-222.
15. Vedenina V.Yu., Helvesen O.v. Complex courtship in a bimodal grasshopper hybrid zone // *Behav. Ecol. Sociobiol.* 2003. V. 54. P. 44-54.

В печати

1. Лебедев Д.Г., Ловецкий А.В. Модель нейронной сети, использующей микродвижения глаз для выделения контрастов на изображении // Биофизика. 2003.
2. Максимов В.В., Максимов П.В. Зрительная ассоциативная память и эффект ориентационно-обусловленного цветового последействия // Биофизика. 2003.
3. Максимова Е.М., Бастаков В.А. Физиология зрительного анализатора. – Руководство к практическим занятиям по курсу физиологии животных и человека. М.: Изд-во МГУ, 2003.
4. Рожкова Г.И., Токарева В.С., Огников В.В., Бастаков В.А. Геометрические зрительные иллюзии и механизмы константности восприятия размера у детей // Сенсорные системы. 2004.

5. Lebedev D.S. A Computational Model of the Midget Pathways in the Central Primate Retina // Информационные процессы. 2003.
6. Rodionova E.I., Revischin A.V., Pigarev I.N. Distant cortical locations of the upper and lower quadrants represented by neurons with elongated and radially oriented receptive fields // Exp. Brain Res.
7. Rozhkova G.I., Podugolnikova T.A., Vasiljeva N.N. Visual acuity in 5-7 year old children: individual variability and dependence on observation distance // Ophthalmic and Physiological Optics. 2003.

Тезисы докладов

1. Лапшин Д.Н. Динамическая перестройка частотной характеристики слуховой системы ночных чешуекрылых. // 3 конференция "Физиология слуха и речи", посвященная памяти чл. корр. АН СССР Г. В. Гершуни. Санкт-Петербург, 2003. С. 25.
2. Максимов П.В. Зрительная ассоциативная память на модифицируемых синапсах как инструмент исправления оптических искажений. – В кн.: Фундаментальные и клинические аспекты интегративной деятельности мозга. М.: МАКС Пресс, 2003. С. 154-156.
3. Николаев Д.П., Божкова В.П., Николаев П.П. Кластеризация в цветовом пространстве как метод сегментации изображения, полученного с нелинейного сенсора. – В сборнике: "Искусственные интеллектуальные системы" и "Интеллектуальные САПР". Труды международной конференции IEEE AIS'03 и CAD-2003. М.: Из-во Физико-математической литературы, 2003. С. 314-320.
4. Николаев Д.П., Николаев П.П. Гауссовская спектральная модель и её особенности в задаче цветовой константности. – В сборнике: "Искусственные интеллектуальные системы" и "Интеллектуальные САПР". Труды международной конференции IEEE AIS'03 и CAD-2003. М.: Изд-во Физико-математической литературы, 2003. С. 321-327.
5. Lebedev D.S. Illusory Brewster's colours and resolution in the red-green opponent channel // Perception. 2003. V. 32. Suppl. P. 148.
6. Lemak M.S., Maximov V.V., Maximov P.V., Koulcitsky S.V., Voronin L.L. Evidence for ephaptic feedback in mossy fiber-CA3 synapses: Positive correlation between paired responses. – In: "The Neurosciences from Basic Research to Therapy" // Proceedings of the 29th Goettingen Neurobiology Conference and the 5th Meeting of the German Neuroscience Society 2003. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2003. P. 784.
7. 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. – In "The Neurosciences from Basic Research to Therapy". Proceedings of the 29th Goettingen Neurobiology Conference and the 5th Meeting of the German Neuroscience Society 2003. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2003. P. 586-587.
8. Nikolaev D.P. Segmentation-based binarization method for color document images. – In proceedings: The 6th German-Russian Workshop "Pattern recognition and image understanding" (OGRW-6). Novosibirsk, 2003. P. 190-193.
9. Podugolnikova T.A., Rozhkova G.I., Vasiljeva N.N. Visual acuity at different observation distances in children with normal vision and with amblyopia // 9th meeting CVRS (Sweden, Goeteborg, 12-14 June 2003). Paper 1:3.
10. Rozhkova G.I., Tokareva V.S. Comparison of visual illusions in children and adults // Perception. 2003. V. 32. Suppl. P. 87-88.

Институт проблем передачи информации РАН

11. Rozhkova G.I., Tokareva V.S. Developmental changes of far vs. near visual acuity and the concept of emmetropization // 9th meeting CVRS (Sweden, Goeteborg, 12-14 June 2003). Paper VII:3.
12. Vedenina V.Y., Helversen O.v. Influence of the complex courtship on the female assortment and the number of matings in two grasshopper species of the *Chorthippus albomarginatus*-group. // 9th Congress of European Society for Evolutionary Biology (Leeds, England, 2003, August 18-24). P. 12.9.
13. Vedenina V.Yu. Influence of the complex courtship song on the mating number in the grasshopper females. // Proceedings of the VII East European Conference of the International Society for Invertebrate Neurobiology, "Simpler nervous systems". Russia. Kaliningrad, 2003. P. 110.
14. Voronin L.L., Koulcitsky S.V., Lemak M.S., Maximov P.V., Maximov V.V. Positive correlation between paired responses suggests a novel type of communication: Ephaptic feedback (EFB) in mossy fibre (MF)-CA3 synapses. – In "Brain Communication: Synaptic vs. Volume Transmission. Proceedings of the Satellite Symposium to the 6th IBRO World Congress of Neuroscience". IEM ASCR, Prague, 2003. P. 57.

Патенты и изобретения

1. Голубцов К.В., Милехин Ю.М., Бубра А.М., Гончаров В.И., Шамшинова А.М. Патент на изобретение № 2214150, 2003. Устройство для регистрации локальной электроретинограммы.
2. Голубцов К.В., Орлов О.Ю., Шигина Н.А. Патент на полезную модель № 31942. Устройство для диагностики патологии пучков зрительного нерва. 2003 г.
3. Голубцов К.В., Софронов П.Д. Патент на изобретение № 2196497. Устройство для диагностики патологии зрительной системы у детей по критической частоте слияния мельканий. Авт. Булл. № 2 от 20 января 2003 г.
4. Голубцов К.В., Софронов П.Д., Зуева М.В., Цапенко И.В., Куман И.Г., Шигина Н.А., Хейло Т.С. Патент на изобретение № 22114150 от 20 октября 2003 г. Устройство для компьютерной диагностики односторонней атрофии зрительных нервов.
5. Голубцов К.В., Трунов В.Г., Айду Э.А.-И., Яковлев А.А. Заявка на Патент РФ № 2002113538. Решение о выдаче патента на изобретение от 04.09.2003. Заявка на изобретение № 2003117800. Способ диагностики дефектов поля зрения и устройство для его осуществления.
6. Явелов И.С., Голубцов К.В. и др. Заявка на Патент: Устройство для регуляции артериального давления. Получено положительное решение о выдаче Патента на полезную модель.
7. Kim S.G., Nikolayev D.P. Method and device for classifying areas of image. Korean patent abstracts. Application № 1020000069490, Publication No. 1020020039721, 2002, KIPO, 1 p.
8. Kim S.K., Nikolayev D.P. Method and apparatus for sectioning image into plurality of regions. US patent application publication. Application No. 09/983032, Publication № US 2002/0102017 A1, 2002, 25 p.