

ЛАБОРАТОРИЯ № 8

Лаборатория обработки сенсорной информации

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

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

Разработана системы классификационных признаков, проведена классификация дирекционально-избирательных ганглиозных клеток ретино-текстальной системы рыб и исследованы их свойства. Показано, что у рыб дирекционально-избирательные ганглиозные клетки представлены шестью физиологическими типами, различающимися по предпочтительным направлениям и по знаку предпочтительного контраста. В отличие от наземных позвоночных (кролика), дирекционально-избирательные ганглиозные клетки которых чувствительны к четырем взаимно-перпендикулярным направлениям, у рыб они избирательны к трем направлениям, отстоящим друг от друга примерно на 120° . Совпадение числа преимущественных направлений с числом полукружных каналов в вестибулярной системе говорит о том, что дирекционально-избирательные ганглиозные клетки, проецирующиеся в тектум рыб, вовлечены в систему мультимодальной сенсорной интеграции, обеспечивающей управление позой, локомоцией и движением глаз рыб в трехмерном водном окружении. (В. В. Максимов, Е. М. Максимова, П. В. Максимов, О. Ю. Орлов, И. А. Кнорре)

Для выявления специфических особенностей строения центральной сетчатки приматов и с целью объяснить возможность генерирования красно-зелёных оппонентных сигналов амакриновыми клетками использовали компьютерную модель центральной сетчатки, в которую включены гипотетические амакриновые клетки. В компьютерном эксперименте удалось получить такую же реакцию модельных ганглиозных клеток на различные стимулы, которая наблюдается в электрофизиологических экспериментах с реальными карликовыми ганглиозными клетками сетчатки приматов. (Д. С. Лебедев)

Сделано предположение о том, что различные зрительные иллюзии, определяемые одним и тем же механизмом, должны демонстрировать сходную возрастную динамику и значительную корреляцию. Для проверки этого предположения было проведено изучение иллюзий, относящихся к двум принципиально различным классам. Одни иллюзии (иллюзии Геринга и Мюллера-Лайера, иллюзия перспективы) предположительно были обусловлены действием механизма константности восприятия величины, другие иллюзии не имели отношения к этому механизму. Количественная оценка всех иллюзий была произведена у 100 детей и 200 молодых взрослых. Результаты подтвердили предположение относительно возрастной динамики, но не выявили значительной корреляции между иллюзиями, относящимися к одному классу. Для выяснения причин этого была проведена дополнительная серия экспериментов с компьютерной генерацией тестовых изображений и варьированием их параметров, чтобы оценить влияние этих изменений на величину иллюзий. Оказалось, что существенна вся организация тестовых изображений. Было обнаружено, что такие параметры как ориентация, относительное расположение, абсолютные и относительные размеры уравниваемых и референтных деталей существенно влияют на результаты. Это означает, что в общем случае нет оснований ожидать значительной корреляции между результатами, получаемыми для изображений, сильно различающихся по конфигурации. (Г. И. Рожкова, В. С. Токарева, В. А. Бастаков, В. А. Огнивов)

Проведено исследование уровня фоновой активности нейронов теменной и лобной зон коры и хвостатого ядра мозга кошек в цикле сон бодрствование. Статистический анализ показал, что при переходе от бодрствования ко сну средняя частота импульсации нейронов коры возрастала, тогда как в хвостатом ядре средняя частота импульсации существенно снижалась. Это свидетельствовало о

том, что во сне изменяется эффективность возбудительных проекций коры на базальные ганглии. Далее изменение взаимодействия нейронов коры и базальных ганглиев при засыпании животного было подтверждено в прямых экспериментах. Одновременно регистрировали активность нейрона хвостатого ядра и нейрона в теменной или лобной зоне коры мозга кошек, имеющих особо мощные проекции на хвостатое ядро. Электрическая стимуляция нейрона коры, проводимая через регистрирующий микроэлектрод, в бодрости приводило к ответу коркового нейрона и нейрона хвостатого ядра. После засыпания такая же стимуляция нейронов коры не вызывала ответов клеток хвостатого ядра. (И. Н. Пигарев, Е. И. Родионова)

В морфологическом исследовании ганглиозных клеток сетчатки лягушки *Rana temporaria*, образующих проекцию в базальное оптическое ядро добавочной зрительной системы, установлено, что эти нейроны ветвятся в OFF подслое внутреннего синаптического слоя, образуя плоские дендритные ветвления вблизи слоя тел амакриновых клеток. У 5% клеток тела смещены во внутренний ядерный слой, при этом строение их дендритных ветвлений и уровень их распространения во ВСС не отличается от других ганглиозных клеток. Морфометрическое исследование ганглиозных клеток из средней периферической зоны сетчатки показало, что площади тел варьируют от 102,5 мкм² до 358,5 мкм² (средняя площадь тела = 198,7±54,5 мкм²), а размеры дендритных ветвлений изменяются в диапазоне от 0,04 до 0,16 мкм² (средняя площадь дендритного ветвления = 0,08±0,3 мкм²). Эти данные позволяют отнести ганглиозные клетки сетчатки, принадлежащие добавочной зрительной системе к крупным нейронам сетчатки. (Т. А. Подугольникова)

В ходе измерений аудиограмм ночных чешуекрылых (Noctuidae) с помощью методики регистрации электрической активности интернейронов проторакального ганглия обнаружен эффект активной настройки слуховой системы подопытного насекомого на несущую частоту воспринимаемого сигнала. При этом резко (в 6-8 раз) возрастала слуховая чувствительность к предъявляемым стимулам. По комплексу признаков, в частности, динамике нарастания и спада нейронной импульсации при воздействии стимулов с околопороговыми интенсивностями сделан вывод, что на уровне слуховых органов происходит перестройка высокочастотного механического резонанса из области заведомо превышающей 100 кГц вниз по частоте. Этот процесс не наблюдается у наркотизированных или сильно поврежденных объектов. (Д. Н. Лапшин)

Получены лабораторные гибриды второго поколения между близкородственными видами саранчовых *Ch. albomarginatus* и *Ch. oschei*, и между *Ch. oschei* и *Ch. karelini*. Исследована жизнеспособность гибридов. Записаны и проанализированы акустические сигналы гибридных самцов. Проведены поведенческие эксперименты по исследованию предпочтений полового партнера у гибридных самок. Показано, что эмбриональная и личиночная смертность у гибридов второго поколения была достоверно выше, чем у гибридов первого поколения и у родительских видов. Это говорит о наличии генетических изолирующих барьеров (не полностью установленных) между данными близкородственными видами. Анализ временных параметров акустических сигналов F₂ гибридных самцов показал, что эти сигналы были практически идентичны сигналам F₁ гибридных самцов. Сигналы гибридов между *Ch. albomarginatus* и *Ch. oschei* в целом обладали промежуточными характеристиками, хотя имелся некоторый сдвиг в сторону сигнала *Ch. albomarginatus*. Сигналы самцов, полученных от возвратных скрещиваний гибридов с родительскими видами, обладали харак-

Институт проблем передачи информации РАН

теристиками, сходными с соответствующими родительскими видами. Анализ сигналов лабораторных гибридов позволяет более полно оценить ранее исследованные природные гибридные популяции в контактной зоне двух видов *Ch. albomarginatus* и *Ch. oschei* (Vedenina, Helversen, 2003). В частности, представляется возможным на основании анализа сигналов в природных гибридных популяциях различать гибридных самцов от самцов, происходящих от возвратных скрещиваний с чистыми видами. Этологические эксперименты, проведенные с гибридными самками, выявили чрезвычайно низкую избирательность в предпочтениях полового партнера. Самки не различали самцов разных типов в условиях равного выбора. Таким образом, можно заключить, что в смешанных популяциях гибридные самки могут успешно конкурировать с самками чистых видов за привлечение самцов, тогда как успех гибридных самцов зависит от состава смешанной популяции и соотношения самок разных типов. (В. Ю. Веденина, А. К. Панютин)

Проведены технические и клинические испытания прибора "КЧСМ-Д" и проводятся испытания приборов "Радуга-ЗДЛ" и "Радуга-ЗЛ". После сертификации завод ФЦДТ НПО "Союз" приступает к серийному производству этих приборов. Получено решение о выдаче патента на изобретение "Способ диагностики дефектов зрения и устройство для его осуществления" (от 07 июня 2004 г.). "Устройство для диагностики зрительного нерва" (патент № 31942) награждено Золотой медалью на Солоне изобретений в Женеве (К. В. Голубцов, О. Ю. Орлов).

ГРАНТЫ:

- **Программа фундаментальных исследований Президиума РАН "Фундаментальные науки – медицине":** "Компьютерная система для диагностики поля зрения методом КЧСМ «ХИАЗМА 06»". Руководитель К. В. Голубцов.
- **Программа фундаментальных исследований ОБН РАН "Интегративные механизмы регуляции функций в организме" Договор № ОБН-5 от 20/04/04, Договор № ОБН-6 от 20/04/04:** "Исследование механизмов константности зрительного восприятия и зрительных иллюзий". Руководитель В. А. Бастаков.
- **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 (№ 04-04-49430):** "Дирекционально-избирательные зрительные ответы в ретинальных проекциях в тектуме рыб: классификация, пространственные и цветовые свойства, нейронные механизмы". Руководитель В. В. Максимов
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 04-04-48883):** "Гибридизация и изолирующие механизмы у близкородственных видов саранчовых группы *Chorthippus albomarginatus* (Insecta: Orthoptera)". Руководитель В. Ю. Веденина.

- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 04-04-48359):** "Исследование участия нейронов зрительной зоны V1 и лобного зрительного поля как в анализе "оптического потока" в состоянии бодрствования, так и в анализе висцеральной информации в состоянии сна". Руководитель И. Н. Пигарев.
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 04-04-48894):** "Сравнительное исследование механизмов аккомодации у человека и позвоночных животных". Руководитель Г. И. Рожкова.
- **Samsung Electronics Co., Ltd. R&D Center SAIT, Korea:** "Perceived contrast enhancement in displayed images under viewing illuminants with high intensity levels". Руководитель В. А. Бастаков.

РАБОТА С НАУЧНОЙ МОЛОДЕЖЬЮ

- 23 декабря 2004 г. м.н.с. Д. П. Николаев защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Тема работы "Алгоритмы цветовой сегментации, применимые в условиях сложного освещения сцены" (научный руководитель: д.ф.-м.н., проф. А.И. Чуличков, научный консультант: д.б.н., проф. Г. И. Рожкова).
- 06 декабря 2004 г. м.н.с. С. В. Огурцов защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Тема работы "Запоминание запаха родного водоема как один из механизмов хемосенсорной ориентации бесхвостых амфибий" (научные руководители: д.б.н., проф. Б. Д. Васильев, к.б.н. В. А. Бастаков).
- В настоящее время в лаборатории проходят обучение два аспиранта: В. А. Огнивов (2-й год обучения) и А. А. Лошкарев (1-й год обучения).
- Зав. лабораторией, к.б.н. В. А. Бастаков читает лекции студентам 3-5 курсов переводческого факультета Московского государственного лингвистического университета.
- В.н.с., д.б.н. Г. И. Рожкова является профессором-консультантом факультета дефектологии Московского государственного педагогического университета.
- С.н.с., к.б.н. Е. М. Максимова читает лекции и ведет практические занятия у студентов 4 курса биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова.
- Г.н.с., д.т.н. Д. С. Лебедев, в.н.с., д.б.н. И. Н. Пигарев, в.н.с., д.б.н. Д. Н. Лапшин и к.б.н., с.н.с. О. Ю. Орлов ведут практические занятия, руководят курсовыми и дипломными работами у студентов факультета фундаментальной медицины, механико-математического и физического факультетов МГУ им. М. В. Ломоносова и Московского государственного технического университета "Станкин".

ПУБЛИКАЦИИ В 2004 г.

Опубликованные статьи

1. Лапшин Д.Н., Воронцов Д.Д. Процессы захвата и сопровождения акустического сигнала слуховой системой совок (Noctuidae, Lepidoptera) // Сенсорные системы. 2004, Т. 18. № 3. С. 265-272.
2. Лемак М.С., Хахалин А.С., Максимов В.В., Максимов П.В., Воронин Л.Л. Новый вид обработки сигналов в синапсах головного мозга: Положительная эфаптическая внутрисинаптическая обратная связь // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2004. № 2-3. С. 21-32.

Институт проблем передачи информации РАН

3. Максимов В.В., Максимов П.В. Зрительная ассоциативная память и эффект ориентационно-обусловленного цветового последействия // Биофизика. 2004. Т. 49. № 5. С. 920-927.
4. Николаев Д.П. Алгоритмы цветовой сегментации, применимые в условиях сложного освещения сцены // Автореферат на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Москва. Физический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова. 2004.
5. Рожкова Г.И., Токарева В.С., Николаев Д.П., Огнивов В.В. Основные типы зависимости остроты зрения от расстояния у человека в разном возрасте по результатам дискриминантного анализа // Сенсорные системы. 2004. Т. 18. № 4. С. 330-338.
6. Nikolaev D.P., Nikolayev P.P. Linear color segmentation and its implementation // Computer Vision and Image Understanding. 2004. V. 94 (Special issue on colour for image indexing and retrieval). P. 115-139.
7. 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. 2004. Oct. V. 158. No 3. P. 373-377.

Статьи, принятые в печать

1. Веденина В.Ю. Акустическая коммуникация и половой отбор у прямокрылых насекомых (Insecta: Orthoptera). Журнал общей биологии.
2. Лапшин Д.Н. Особенности восприятия совками (Noctuidae, Lepidoptera) непрерывной последовательности коротких акустических щелчков // Сенсорные системы.
3. Лапшин Д.Н., Воронцов Д.Д. Ретрансляция эхоподобных сигналов: метод и результаты исследований на ночных чешуекрых // Журнал общей биологии.
4. Максимова Е.М., Бастаков В.А. Физиология зрительного анализатора. – Руководство к практическим занятиям по курсу физиологии животных и человека. М.: Изд-во МГУ.
5. Подугольникова Т.А., Кондрашев С.Л., Пуцин И.И. Морфология ганглиозных клеток сетчатки лягушки *Rana dybowskii*, образующих проекцию в зрительный тектум // Сенсорные системы.
6. Рожкова Г.И., Токарева В.С., Огнивов В.В., Бастаков В.А. Геометрические зрительные иллюзии и механизмы константности восприятия размера у детей // Сенсорные системы.
7. Maximov V.V., Maximova E.M. and Maximov P.V. Directional selectivity in the goldfish tectum revisited // Annals of the New York Academy of Sciences. 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.

Тезисы докладов

1. Афонин Д.Г., Николаев Д.П., Карпенко С.М. Экономная схема вычисления преобразования Хафа для сжатия видеопотоков. // Материалы 14-ой международной крымской конференции "СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии" (КрыМиКо'2004). Севастополь: Изд-во СевНТУ. 2004. С. 204-205.
2. Божкова В.П., Суровичева Н.С., Николаев Д.П., Лебедев Д.Г. О структуре распределения показателей плавного прослеживания движущихся стимулов у студентов // Искусственные интеллектуальные системы и Интеллектуальные

САПР. Труды международной конференции IEEE AIS'04 и CAD-2004. М.: Физматлит. 2004. Т. 2. С. 266-272.

3. Веденина В.Ю. Культивирование саранчовых рода *Chorthippus* (Insecta: Orthoptera) // Тезисы конференции «Зоокультура и биологические ресурсы». МСХА и ИПЭЭ РАН, Москва. 2004.

4. Веденина В.Ю. Исследование изолирующих механизмов у близкородственных видов саранчовых путем гибридизации в условиях лабораторной культуры. Тезисы конференции «Беспозвоночные в коллекциях зоопарков». Московский Зоопарк. Москва. 2004.

5. Голубцов К.В., Трунов В.Г., Айду Э.А.-И., Зигангиров Д.К., Баринова Н.Е. Компьютерная система для исследования КЧСМ // Тезисы докладов Конференции "Фундаментальные науки – медицине" (г. Москва, 02-03 декабря 2004 г., РАН). С. 117.

6. Горбунов В.В., Максимова Е.М., Максимов В.В. Зависимость ответов детекторов направления движения сетчатки рыб от скорости стимулов // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2004. Т. 90. № 8 (часть 1) С. 303.

7. Карпенко С.М., Николаев Д.П., Николаев П.П., Постников В.В. Быстрое преобразование Хафа с управляемой робастностью // Искусственные интеллектуальные системы и Интеллектуальные САПР. Труды международной конференции IEEE AIS'04 и CAD-2004. М.: Физматлит, 2004. Т. 2. С. 303-309.

8. Максимова Е.М., Левичкина Е.В., Денисенко А.В. Морфология дирекционно-избирательных ганглиозных клеток (ДИ ГК) сетчатки карася, трассированных Dil // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2004. Т. 90. № 8 (часть 1). С. 323-324.

9. Максимов В.В., Максимова Е.М., Максимов П.В. Шесть типов дирекционно-избирательных зрительных ответов в ретинальных проекциях в тектуме рыб // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2004. Т. 90. № 8 (часть 1). С. 324.

10. Николаев Д.П., Карпенко С.М., Постников В.В. Преобразование цветного изображения в монохромное с сохранением градиентной структуры // Искусственные интеллектуальные системы и Интеллектуальные САПР. Труды международной конференции IEEE AIS'04 и CAD-2004. М.: Физматлит. 2004. Т. 2. С. 320-323.

11. Николаев П.П., Николаев Д.П. Сравнительный анализ гауссовской и линейных спектральных моделей в задаче оценки окраски // Искусственные интеллектуальные системы и Интеллектуальные САПР. Труды международной конференции IEEE AIS'04 и CAD-2004. М.: Физматлит. 2004. Т. 2. С. 323-328.

12. Огников В.В., Рожкова Г.И., Токарева В.С., Бастаков В.А. Системный подход к оценке развития зрительных функций // Материалы международной научной конференции "Физиология развития человека", посвященной 60-летию Института возрастной физиологии. Альманах "Новые исследования" 2004. М.: Вердена. № 1-2. С 285-286.

13. Рожкова Г.И., Токарева В.С., Огников В.В., Бастаков В.А. Геометрические иллюзии и точность глазомера у детей и взрослых // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2004. Т. 90. № 8 (часть 1).

14. Akimov N.P., Maximova E.M. and Maximov V.V. Receptive-field sizes of the direction-selective units in the goldfish tectum // The 7th Congress of the International Society for Neuroethology, Abstracts. 2004. Nyborg. P. 189.

15. Bastakov V.A. Visual illusions associated with distance estimation mechanisms in frog and toads. // The 7th Congress of the International Society for Neuroethology, Abstracts. 2004. Nyborg. P. 191.

Институт проблем передачи информации РАН

16. Chervova L.S., Lapshin D.N. Pain sensitivity of fishes and analgesia induced by opioid and nonopioid agents // Proceedings of 4th Int. Iran and Russia Conf. Agriculture and natural resources. ShahreKord, Iran.: Published by Shahre Kord Univ., 2004, Eds.: S.J. Sadatinejad et al., P. 1420-1425.
17. Damjanovich I., Byzov A.L., Bowmaker J.K., Gachich Z., Utina I.A., Maximova E.M., Michkovich B., Andjus R.K. Photopic vision in eels - evidences of color discrimination // The 22nd International Symposium on Biophysics – Book of Abstracts. 2004. Sv. Stefan & Belgrade, W2:P1.
18. Golovkin M., Gorbunov V., Maximova E. and Maximov V. Receptive-field structure of direction-selective ganglion cells projecting to the goldfish tectum // The 22nd International Symposium on Biophysics - Book of Abstracts. 2004. Sv. Stefan & Belgrade. S1:P12.
19. Maximov P.V., Maximov V.V. Visual associative memory with omitted inhibitory synaptic connections: Is it still able to improve the quality of distorted images? // III International Optical Congress 'Optics – XXI Century' Topical Meeting on Optoinformatics – Book of Abstracts. 2004. Saint-Petersburg. P. 32-33.
20. Maximov V.V., Maximova E.M., Maximov P.V. Types of direction-selective inputs to the goldfish tectum // The 7th Congress of the International Society for Neuroethology, Abstracts. 2004. Nyborg. P. 190.
21. Maximova E.M., Govardovskii V.I., Maximov P.V., Orlov O.Yu., Maximov V.V. Colour-blindness of the direction-selective ganglion cells in the fish retina // The 7th Congress of the International Society for Neuroethology, Abstracts. 2004. Nyborg. P. 188.
22. Maximov V. Direction-selective inputs to the goldfish tectum opticum // The 22nd International Symposium on Biophysics – Book of Abstracts. 2004. Sv. Stefan & Belgrade. S1:P4.
23. Maximova E., Govardovskii V., Maximov P., Maximov V. Spectral sensitivity of direction-selective ganglion cells in the fish retina // The 22nd International Symposium on Biophysics – Book of Abstracts. 2004. Sv. Stefan & Belgrade, S1:P11.
24. Vedenina V.Yu. The inheritance of courtship songs and female preference in two sibling grasshopper species (Orthoptera: Gomphocerinae: *Chorthippus*) // Proceedings of Heuschrecken Arbeitsgruppentreffens in Mitwitz, Germany. March. 2004.

Патенты и изобретения

1. Подготовлена Заявка на изобретение "Радуга-3Л".