

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

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 исследований 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 группе д.б.н. В. П. Божковой изучались физиологические механизмы пространственной организации развития и, в частности, роль мембранных посредников в регуляции морфогенеза. В дополнение к интенсивно исследуемым в настоящее время принципам генетического программирования развития здесь развиваются идеи эпигенетического контроля морфогенеза, осуществляемого посредством локальных межклеточных связей. Полученный материал подтверждает гипотезу о том, что судьбы индивидуальных клеток в эмбриогенезе и характер их генной активности зависят от сигналов от соседних клеток через щелевые контакты. Для морфогенеза высших эукариот одной из таких сигнальных систем является система G-белков. Это позволяет согласовать их изначальную компетенцию с потребностями реальных условий в целом организме. (При участии Н. В. Розановой и В. Б. Петряевской).

К.б.н. И. М. Плонским предложена молекулярная модель протеолипидного комплекса, обеспечивающего слияние биомембран. Исследовались медиаторные системы в структурах, воспринимающих вкусовые раздражители. Показано, что незначительные механические стимулы приводят к выбросу серотонина из клеток-рецепторов.

В группе д.б.н. Ю. В. Панчина подробно изучались свойства белков открытой им группы Паннексинов. Получено экспериментальное подтверждение того, что паннексины человека представляют собой новое для позвоночных семейство щелевых белков контактов. Впервые на модельном объекте (Морской ангел) показано, что изолированные нейроны сохраняют способность к избирательному образованию электрических связей, подробно изучены условия, при которых такая избирательность поддерживается или пропадает. Выяснено, что внутринейронные инъекции синтетической мРНК, кодирующей один из паннексинов, специфично влияют на селективность образования электрических связей в нервной системе моллюска. Это впервые прямо подтверждает, что избирательность формирования электрических связей зависит от набора белков щелевых контактов. В результате работы Ю. В. Панчин и его коллеги также описали новый белок человека (KCNRG), вероятно, новый раковый супрессор, действующий на клетку путем блокады калиевых каналов.

К.б.н. Д. А. Воронов исследовал раннее развитие сердца позвоночных животных (на примере куриного зародыша). С помощью прижизненной маркировки тканей был детально описан процесс развития сердца, а также проведены разнообразные микрохирургические эксперименты, которые помогли исследовать движущие этот процесс механические силы. Д. А. Воронов разработал методику культивирования куриного зародыша, позволившую избавиться от возникавших при использовании традиционных методик артефактов. Полученные результаты позволили существенно пересмотреть представления о биомеханике раннего развития сердца позвоночных и построить адекватную модель этого процесса.

Нейробиология. В группе д.ф.м.н. В. Л. Дунина-Барковского исследования проводились по двум основным направлениям: (1) изучение нейронных механизмов дыхания и (2) изучение работы нейронных сетей мозжечка. Экспериментальная работа по первому направлению включала изучение действия гипоксии на характеристики дыхания и сна (совместно с Дж. М. Оремом, А. Т. Лаврингом и Э. Х. Видруком). Показано, что основным фактором, снижающим продолжительность быстрого сна (БС) при гипоксии, является снижение содержания углекислого газа, происходящее на фоне усиленного гипоксией дыхания. При добавлении углекислого газа во вдыхаемый воздух доля времени, проведенного в БС, повышалась. Исследование работы клеток продолговатого мозга во время гипоксии показало увеличение активности всех типов нейронов, за исключением предвдохных. Также выявлено характерное изменение формы дыхательного потока при гипоксии: "треугольная" форма вдоха-выдоха сменялась на прямоугольную. Параллельно продолжалась работа над вычислительной моделью генератора дыхательной ритмики, построенной с учетом внутриклеточных кальциевых механизмов. Режимы работы, наблюдаемые в модели (в частности, периодическое дыхание – дыхание Чейн-Стокса) наблюдались также в эксперименте при выходе из гипоксии. Исследование активности простых и сложных импульсов клеток Пуркинье мозжечка морской свинки (совместно с Л. Н. Подладчиковой, Г. Г. Бондарь и С. А. Ивлевым, НИИ нейрокибернетики им. А. Б. Когана Ростовского университета) позволило установить взаимозависимость между действием на клетку Пуркинье лианного и параллельных волокон. Предпринята попытка использования принципов работы мозжечковых модулей для предсказания поведения многоагентных систем (совместно с Л. Л. Вышинским, И. Л. Гриневым, Ю. А. Флёровым и Н. И. Широковым, ВЦ им. А. А. Дородницына РАН).

В группе к.б.н. Н. В. Самосудовой проведено изучение локализации электронно-плотного осадка (ЭПО) на микротрубочках (МТ) аксонов зернистых клеток (ЗК) и дендритах клеток Пуркинью (ПК), образующегося при электрической стимуляции аксонов ЗК в присутствии NO-донора. Установлено, что этот осадок локализуется на микротрубочках аксонов и дендритов с определенной периодичностью, равной примерно 24-25 нм. Имеются основания считать, что ЭПО содержит ионы Ca^{++} , поскольку после обработки срезов хелатором кальция – раствором ЭГТА (20 мМ) – осадок исчезает. Полученные данные позволили сделать предположение, что ЭПО, образующийся при стимуляции мозжечка в присутствии экзогенного оксида азота, определяет те зоны, в которых эндогенный NO осуществляет свое физиологическое действие в процессе передачи сигнала от одного нейрона (ЗК) к другому (ПК), возможно способствуя высвобождению внутриклеточного Ca^{++} из депо. Также предполагается, что период пространственной локализации осадка, равный примерно 24-25 нм, может определяться молекулами динеина – одного из белков, образующих микротрубочки. Динеин может перераспределяться внутри клеток при действии NO, и поэтому может обсуждаться его присутствие в составе осадка. (Совместно с Н. П. Ларионовой и А. В. Лукановым).

К.б.н. Ю. М. Бурмистров проводил исследование деятельности симметричных генераторов вентиляторного ритма у пресноводных раков в условиях свободного поведения с использованием авто- и кросскорреляционного анализа.

Группой чл.-корр. РАН Л. М. Чайлахяна исследовалась пространственно-временная динамика протекания процесса сокращения миокарда и эффективность его работы как насоса в норме и патологии. Работа посвящена постановке актуальной задачи, лежащей в русле проблемы нарушения сердечной ритмики. (С участием З. Х-М. Хашаева, В. Б. Петряевской и М. А. Владимировой).

В группе к.б.н. М. Б. Беркинблита исследования проводились по трем направлениям: (1) Изучение принципов управления движениями верхних конечностей у человека. Получены новые данные о частичной независимости финального положения руки от динамики движения, что указывает на динамический характер управления движениями конечностей. 2) Изучение нарушения двигательного управления и обучения у людей, страдающих болезнью Паркинсона. Получены новые данные, указывающие на важную роль базальных ганглий в интеграции сенсорной информации различных модальностей (визуальной и проприоцептивной) при планировании целенаправленных движений, а также на нарушения процедурного двигательного обучения. Также показано, что у этих больных нарушена временная координация между различными частями тела (рука, туловище) во время выполнения целенаправленных движений, и что эта координация улучшается при наличии зрительной обратной связи во время движения. (3) Создание компьютеризированной системы для реабилитации моторной функции пальцев руки у больных, перенесших инсульт. Система использует интерфейсы с виртуальной реальностью, состоящие из набора компьютерных игр с автоматической настройкой уровней сложности в соответствии с текущими двигательными характеристиками больного, а также запись всех кинематических и кинетических параметров движений пальцев больного в базу данных для дальнейшего анализа. (С участием С. В. Адамовича).

В группе к.б.н. Л. П. Кудиной изучался вопрос об эффективности возвратного торможения Реншоу в мотонейронных пулах для мышц руки человека. При стимуляции аксонов у части мотонейронов выявлено коротколатентное торможение ритмической импульсации, вызванной произвольным сокращением

мышцы. На основании латентности торможения (соизмеримой с латентностью моносинаптического рефлекса) и его длительности, выявленное торможение может быть классифицировано как возвратное торможение Реншоу. Эффективность торможения оценивалась по достоверному снижению вероятности разряда мотонейронов в перистимульных гистограммах и по удлинению межспайковых интервалов. Показано, что возвратное торможение в мотонейронах мышц руки было менее эффективным, чем в мотонейронах камбаловидной мышцы, исследованной ранее. Предполагается, что причиной относительной неэффективности возвратного торможения могла быть более высокая частота импульсации, а также выявляемый в перистимульных гистограммах возбуждающий эффект, следующий за возвратным торможением. (Совместно с Р. Э. Андреевой и Н. М. Жуковской). Работа проводилась в рамках сотрудничества с Польской АН совместно с М. Пиотркевич и И. Миержевской (Институт биокibernетики и биомедицинской инженерии Польской АН) и И. Гаусмановой-Петрусевич (Центр экспериментальной и клинической медицины Польши).

В рамках работы по гранту РФФИ "Исследование механизмов, контролирующей возбудимость импульсирующих мотонейронов у человека" Л. П. Кудиной и Р. Э. Андреевой начата работа по анализу влияния фонового синаптического притока и собственных свойств импульсирующих мотонейронов на их возбудимость.

Д.ф.м.н. И. П. Лукашевич в рамках структурного подхода разработала справочно-диагностическую систему для интерпретации биохимических данных, которая может быть использована как при обучении, так и при диагностике внутренних болезней. Разработана обучающе-диагностическая система для исследования высших психических функций взрослых, которая включает в себя схему топической и функциональной диагностики, план и протокол обследования, альбом со стимульным материалом и инструкцией по работе с ним. Эта система может быть использована при обучении специалистов-нейропсихологов и для работы с больными.

В группе д.ф.м.н. А. В. Чернавского проведен анализ теоретических принципов биоинформатики с эволюционной точки зрения. Начата подготовка к экспериментам по исследованию пространственного восприятия. (При участии А. Л. Карповича и В. Н. Карпушкина).

В группе Е. А. Либермана велась подготовка к проведению экспериментов по изучению влияния перехода к вращающейся системе координат на цитоскелет маутнеровских клеток рыб (при участии С. В. Мининой, В. Л. Эйдуса и С. Ю. Зюзиной).

ГРАНТЫ:

• **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 02-04-48775):** "Новое семейство трансмембранных белков паннексинов и их роль в избирательном формировании электрических связей". Руководитель Ю. В. Панчин.

• **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 02-04-48770):** "Новая наука и основные принципы функционирования молекулярных квантовых компьютеров живого". Руководитель Е. А. Либерман.

• **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 03-04-48352):** "Исследование механизмов, контролирующей возбудимость импульсирующих мотонейронов у человека". Руководитель Л. П. Кудина.

ПУБЛИКАЦИИ В 2003 г.

Статьи

1. Воронов Д.А. Нобелевская премия за червей! // Вестник Дальневосточного отделения РАН. 2003. Т. 3. С.3-8.
2. Кузнецов Н.А., Любецкий В.А., Чернавский А.В. О понятии информационного взаимодействия, 1: допсихический уровень // Информационные процессы (электронный журнал). 2003. Т. 3. № 1. С. 1-22.
3. Кузнецов Н.А., Любецкий В.А., Чернавский А.В. О понятии информационного взаимодействия, 2: допсихический уровень // Информационные процессы (электронный журнал). 2003. Т. 3. № 2. С. 154-172.
4. Ларионова Н.П., Реутов В.П., Самосудова Н.В., Чайлахян Л.М. Сравнительный анализ пластичности нейро-нейронных и нейро-глиальных инкапсулирующих взаимодействий молекулярного слоя изолированного мозжечка лягушки в условиях избытка L-глутамата и NO-генерирующего соединения // ДАН. 2003. Т. 393. № 5. С. 1-5.
5. Лексин В.П., Чернавский А.В. Нераспознаваемость многообразий. К теореме С.П. Новикова о нераспознаваемости сферы S^n при $n \geq 5$ // Доклады РАН. 2003. Т. 391. № 4. С. 453-455.
6. 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. 27-33.
7. Чернавский А.В. Комментарий к трем работам А.А. Маркова (в сборнике: "А.А. Марков. Избранные труды. Том II". М.: МЦИМО, 2003. С. 613-615.
8. Avdonin V., Tang X.D., Hosh, T. Stimulatory Action of Internal Protons on Slo1 BK Channels // Biophys. J. 2003. No. 84. P. 2969-2980.
9. Burmistrov Yu.M., Shuranova Zh.P., Cooper R.L. A hundred years ago and now: a short essay on the study of the crustacean hindgut // Crustaceana. 2003. V. 76. No. 6. P. 755-760.
10. Burmistrov Yu.M., Shuranova Zh.P., Cooper R.L. Bioelectric field potentials of the ventilatory muscles in the crayfish // Comp. Biochem. Physiol., Part A. 2003. No. 134. P. 461-469.
11. Dunin-Barkowski W.L. Great brain discoveries: when white spots disappear? // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. April 21, 2003. V. 502. Issues 2-3, P. 369-371.
12. Dunin-Barkowski W.L., Escobar A.L., Lovering A.T., Orem J.M. Respiratory Pattern Generator Model Using Ca^{++} -induced Ca^{++} Release in Neurons Shows both Pacemaker and Reciprocal Network Properties // Biol. Cybernetics. 2003. V. 89. No. 4. P. 274-288.
13. Ivanov D.V., Tyazhelova T.V., Lemonnier L., Kononenko N., Pestova A.A., Nikitin E.A., Prevarskaya N., Skryma R., Panchin Y.V., Yankovsky N.K., Baranova A.V. A new human gene KCNKG encoding potassium channel regulating protein is a cancer suppressor gene candidate located in 13q14.3 // FEBS Lett. 2003. V. 539 (1-3). P. 156-160.

14. Krebs H.I., Volpe B, Aisen M., Hening W., Adamovich S.V., Poizner H., Subrahmanyam K., Hogan, N. Robotic Applications in Neuromotor Rehabilitation // *Robotica*. 2003. No. 21. P. 3-11.
15. Lovering A.T., Dunin-Barkowski W.L., Vidruk E.H., Orem J.M. Ventilatory Response of the Cat to Hypoxia in Sleep and Wakefulness // *Journal of Applied Physiology*. 10.1152/jappphysiol.01051.2002 (on-line publication).
16. Lovering A.T., Fraigne J.J., Dunin-Barkowski W.L., Vidruk E.H., Orem J.M. Hypocapnia decreases the amount of REM sleep in cat // *Sleep* (accepted for publication, July 18, 2003).
17. Messier J., Adamovich S.V., Berkinblit M.B., Tunik E., Poizner H. Influence of movement speed on accuracy and coordination of reaching movements to memorized targets in 3-D space in a deafferented subject // *Experimental Brain Research*. 2003. No. 150. P. 399-416.
18. Schettino L.F., Adamovich S.V., Poizner H. Effects of object shape and visual feedback on hand configuration during grasping // *Experimental Brain Research*. 2003. No. 151. P. 158-166.

В печати

1. Дмитрова Е.Д., Дубровинская Н.В., Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Шкловский В.М. Особенности мозгового обеспечения вербальных процессов у детей с трудностями письма и чтения // *Физиология человека*.
2. Карпушкин В.Н. Субгармонические полиномы и теоремы И.Г. Петровского // *Математические заметки*. 2003.
3. Ларин Ю.С., Чайлахян Л.М. Клазмосомы в феномене Безредки // *Доклады РАН*. 2003.
4. Либерман Е.А., Минина С.В., Мошков Д.А., Санталова И.М., Шкловский-Корди Н.Е. Экспериментальная проверка принципа оптимальности // *Биофизика*. 2003.
5. Либерман Е.А., Минина С.В., Шкловский-Корди Н.Е. Хаиматика и возможность проверки ее принципов с помощью экспериментов // *Биофизика*. 2003.
6. Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Шкловский В.М., Веникова Г.П., Данилов А.В., Зиборова Е.В., Фридман Т.В. Особенности вегетативной регуляции и характер судорог у детей с заиканием // *Физиология человека*.
7. Шкловский В.М., Дмитрова Е.Д., Дубровинская Н.В., Лукашевич И.П., Мачинская Р.И. Влияние стороны поражения головного мозга у детей школьного возраста на характер нарушений письма и чтения // *Дефектология*.
8. Schettino L.F., Rajaraman V., Adamovich S.V., Jack D., Sage J., Poizner H. Deficits in the Evolution of Hand Preshaping in Parkinson's Disease // *Neuropsychologia*. 2003.
9. Tunik E., Poizner H., Levin M.F., Adamovich S.V., Messier J., Lamarre Y., Feldman A.G. Arm-Trunk Coordination in the Absence of Proprioception // *Experimental Brain Research*.

Тезисы

1. Андреева Р.Э., Кудина Л.П. Межспайковые траектории возбудимости мотонейронов человека, импульсирующих в 'субпервичном диапазоне' // В сборнике: "Искусственные интеллектуальные системы" и "Интеллектуальные САПР": Труды международной конференции IEEE AIS'03 и CAD-2003, Т. 2. М.: Физматлит, 2003. С. 344-347.

2. Божкова В.П., Николаев Д.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.: Физматлит, 2003. 8 с.
3. Бурмистров Ю.М. Bilaterally symmetrical ventilatory activity in free-moving crayfish // Proc. of the 29th Goettingen Neurobiology Conference, June 2003. P. 393.
4. Гришина Е.Г., Лукашевич И.П., Шкловский В.М. Роль нейропсихологического исследования в нейрореабилитации больных с последствиями инсульта // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Тезисы докладов I-го Международного конгресса "Интраваскулярная патология и инсульт". 2003. Вып. 9. С. 187.
5. Гришина Е.Г., Лукашевич И.П., Шкловский В.М. Роль нейропсихологического исследования в нейрореабилитации больных с последствиями инсульта // I Международный конгресс "Интраваскулярная патология и инсульт". Москва, 23-25 сентября, 2003 г.
6. Кудина Л.П., Андреева Р.Э. Анализ возбудимости импульсирующих мотонейронов у человека // Фундаментальные и клинические основы интегративной деятельности мозга. Материалы международных чтений, посвященных 100-летию со дня рождения чл.-корр. АН СССР, академика АН Арм.ССР Э.А. Асратяна. Москва, 2003. С.143-144.
7. Кудина Л.П., Андреева Р.Э. Два типа ритмической импульсации мотонейронов у человека // Материалы конференции "Нейроинформатика 2004" (принято к печати).
8. Ларионова Н.П. Гипотеза о Glu/NO-зависимой триггерной инкапсуляции как пьезобиохимическом языке межнейронного диалога // Фундаментальные и клинические аспекты интегративной деятельности мозга. Материалы международных чтений, посвященных 100-летию со дня рождения чл.-корр. АН СССР, академика АН АрмССР Э.А. Асратяна. М.: РАН, 2003. С. 145-148.
9. Лукашевич И.П. Типы информационного взаимодействия в обучающих системах // Труды V Международной конференции "Проблемы управления и моделирования в сложных системах", Самара, 17-22 июня 2003. С. 460-467.
10. Лукашевич И.П. Типы информационного взаимодействия в обучающих системах // V Международная конференция "Проблемы управления и моделирования в сложных системах", Самара, 17-22 июня 2003 г.
11. Лукьянюк Е.В., Данилов А.В., Лукашевич И.П., Шкловский В.М. Значение методов функциональной диагностики для прогноза в нейрореабилитации после инсульта // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Тезисы докладов I-го Международного конгресса "Интраваскулярная патология и инсульт", 2003. Вып. 9. С. 190.
12. Лукьянюк Е.В., Данилов А.В., Лукашевич И.П., Шкловский В.М. Значение методов функциональной диагностики для прогноза в нейрореабилитации после инсульта // Международный конгресс "Интраваскулярная патология и инсульт", Москва, 23-25 сентября 2003 г.
13. Лукьянюк Е.В., Данилов А.В., Лукашевич И.П., Шкловский В.М. Прогностические критерии восстановления высших психических и двигательных функций после перенесенного инсульта в доминантном полушарии // Научно-практическая конференция "Неврология – реабилитация, биохимия", Москва, 23-25 апреля 2003 г.
14. Самосудова Н.В., Ларионова Н.П., Чайлахян Л.М. Аутистические контакты глиальных клеток и их роль при нейротоксическом повреждении нейронной сети мозжечка (модель инсульта) // В кн.: "Фундаментальные и клинические ас-

пекты интегративной деятельности мозга". Материалы Международных чтений, посвященных 100-летию со дня рождения чл.-корр. АН СССР, акад. АрмССР Э.А. Асратяна. М.: РАН, 2003. С. 193.

15. Самосудова Н.В., Реутов В.П., Ларионова Н.П., Чайлахян Л.М. Возможная роль аутотипических контактов глиальных клеток при нейротоксическом повреждении нейронной сети мозжечка лягушки глутаматом или оксидом азота (NO) // Юбилейная конференция, посвящённая 50-летию со дня основания Ин-та физиологии Национальной академии наук Беларуси, Минск, 7-8 октября 2003 г. С. 144.

16. Хашаев З.Х-М. Действие некоторых наркотических препаратов на нейронные сети // Научная конференция Российских корейцев, посвященная 140-летию начала проживания в России. 25-26 ноября, Москва, 139-142. 2003.

17. Хашаев З.Х-М. Изучение молекулярного механизма действия некоторых психотропных препаратов на нейронные сети // Труды Международной научно-технической конференции IEEE AIS 03 CAD-2003, Дивноморское, Россия, 3-10 сентября 2003. М.: Физматлит, 2003. Т. 2. С. 333-343.

18. Хашаев З.Х-М. Комплексный подход к изучению механизма действия некоторых фармакологических препаратов // Научная конференция Российских корейцев, посвященная 140-летию начала проживания в России. 25-26 ноября, Москва, 169-170, 2003 г.

19. Хашаев З.Х-М., Porotikov V.I., Chailakhjan L.M., Ilyasov F.E., Kataev A.A., Khokhlov A.M., Shishkov M.I. Registration of spatiotemporeae patern of contraction movement end relaxation in the frog atrium around a heterogenetly in cardiac muscle // Proc. of Conf. IEEE AIS 03 CAD-2003, Sept., 3-10. V. 3. M.: Physmatlit, 2003. P. 194.

20. Хашаев З.Х-М., Корнилов С.М., Тен В.П., Тарасова А.Ф., Тен А.В. Лечебные свойства древнекитайской системы Цигун, используемые свойства теории Инь – Ян цзя. Материалы IV Международного научного семинара "Информационные сети, системы и технологии", М., 16-19 сентября 2003. С. 154-156.

21. Хашаев З.Х-М., Тен А.В., Черных В.М., Ким Ю.А., Тен В.П. Исследование изменений физико-химических свойств воды и водных растворов, вызванных воздействием низкочастотного электромагнитного излучения // Электронный журнал "Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы", 2003. Т. 14. № 2. С. 71-80.

22. Хашаев З.Х-М., Туманова А.Л., Ашальян С.Е., Шекшеев Э.М., Михайлова Т.М., Зобнин А.В., Швайко А.В. Влияние окружающей среды на здоровье населения // Труды Международного форума "Информационные технологии и общество – 2003", Кемер, Турция, 20-27 сентября 2003 г. С. 156-159.

23. Хашаев З.Х-М., Хашаев Т.З., Шекшеев Э.М., Туманова А.А. Влияние экосупертоксикантов на передачу информации в субклеточной системе // Материалы IV Международного научного семинара "Информационные сети, системы и технологии", Москва, 16-19 сентября 2003. С. 145-147.

24. Adamovich S.V., Merians A., Boian R., Tremaine M., Burdea G., Recce M., Pozner H. A Virtual Reality Based Exercise System for Hand Rehabilitation Post-Stroke // Second International Workshop on Virtual Rehabilitation, 2003 (в печати).

25. Burmistrov Yu.M., Behavioral and ventilatory reactions to illumination if free moving crayfish, *Procambarus cubensis* // Proc. of the 29th Goettingen Neurobiology Conference, June 2003. P. 379.

26. Burmistrov Yu.M., Crayfish behavior in novel environment: Maintenance of escape tendency? // VII East European Conference of the International Society for Invertebrate Neurobiology, Kaliningrad, Sept. 12-16, 2003. P. 104.

Институт проблем передачи информации РАН

27. Burmistrov Yu.M., Shuranova Zh., Cooper R.L. Evidence for an autonomic nervous system in decapod crustaceans // submitted to Invertebrate Neuroscience. 2002, No. 11. P. 76-79.
28. Chernavsky A.V., Lexin V.P. Decision problems for manifolds // Abstracts of Second St. Petersburg Days of Logic and Computability (Dedicated to the centennial of A.A. Markov), St. Petersburg, August 24-26, 2003.
29. Dunin-Barkowski W.L., Sirota M.G., Orem J.M., Lovering A.T., Vidruk E.H., Be-loozerova I.N. Precise Rhythmicity in Activity of Neocortical, Thalamic and Brain Stem Neurons in Unanesthetized Cats // Soc. Neurosci. Abstr. 2003. V. 33. Program No. 661.5.
30. Kudina L.P., Andreeva R.E., Zhoukowskaya N.M. The effect of firing on the excitability of a human motoneurone // Proceedings of II International Conference on Muscle Physiology and Muscle Activity, Moscow, 2003. P. 64-65.
31. Larionova N.P. The possible fundamental cerebellum mechanisms of input-output informational flows coordination // 6th IBRO World Congress of Neuroscience, Prague, Czech Republic, 2003. P. 434.
32. Plonsky I.M., Baur I.E., Pereira E., Roper S.D. Mechanical stimulation releases serotonin from rat taste buds // Abstracts of the Association for Chemoreception Sciences 25th Annual Meeting, Sarasota, Florida, April 2003.

Руководства

1. Божкова В.П. Основы генетики в дефектологии. Руководство к практическим занятиям. М.: Минобразования РФ, МПГУ, 2003. 100 с.
2. Савина М.И., Лукашевич И.П., Тогузов Р.Т. Особенности электрофореграмм белков крови при различных патологических состояниях. Пособие для врачей. М.: РГМУ, 2003. 23 с.

Книги и статьи в области образования.

1. Беркинблит М.Б., Глаголев С.М. и др. "Биология в вопросах и ответах". М.: Наука, 2003.

Брошюры

1. Вышинский Л.Л., Гринёв И.Л., Дунин-Барковский В.Л., Флёров Ю.А., Широков Н.И. Мониторинг, анализ и прогнозирование поведения многоагентных систем на базе нейрокомпьютерной модели мозжечка. М.: ВЦ РАН, 2003. 61 с.