

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 в рамках тематики "Биоинформатика интеллектуальных систем" проводилась разработка методов дифференцирования наследуемых симптомов и средовых воздействий, определяющих развитие полигенных мультифакториальных нарушений центральной нервной системы у человека. У детей с дислексией (специфическим нарушением чтения) выявлены нарушения в регуляции тонкой моторикой на уровне глазо-двигательных и артикуляторных нарушений, наследуемые сцепленно. (При участии Н. В. Розановой и В. Б. Петряевской)

К.б.н. И. М. Плонский исследовал медиаторные системы в структурах, воспринимающих вкусовые раздражители. Синаптическая природа передачи сигнала между рецепторными клетками вкусовых сосочков языка и первичными афферентными волокнами не определена. Для выявления медиатора использовались биосенсоры – клетки культуры СНО, экспрессирующие рецептор серотонина (5НТ) типа 5НТ2с. Эти клетки нагружались Са-индикатором *fura-2* и подводились к изолированным вкусовым сосочкам мыши с помощью микропипетки. Когда сосочки деполяризовались с помощью КСl или обрабатывались кислыми, горькими или сладкими растворами, наблюдалось выделение 5НТ. Деполяризация или предъявление кислого раствора требовали наличия Са во

внутриклеточной среде. В остальных случаях Ca высвобождается из внутриклеточных депо рецепторных клеток. Эти исследования поддерживают предположение о том, что медиатором передачи вкусовых сигналов в ЦНС является серотонин и выявляют новые механизмы, обеспечивающие высвобождение медиатора из пресинаптических клеток.

В группе д.б.н. Ю. В. Панчина разработана модельная система для изучения избирательного формирования электрических связей между идентифицированными нейронами *in vitro*. На этой основе проверяется гипотеза о том, что специфичность формирования новых электрических связей может определяться различными комбинациями белков щелевых контактов, присутствующих на клеточных мембранах. Впервые показано, что изолированные нейроны сохраняют способность к избирательному образованию электрических связей, подробно изучены условия, при которых такая избирательность поддерживается или пропадает. Оказалось, что изолированный нейрон, трансплантированный *in vitro* в нервную систему другого животного, формирует электрические связи именно с теми нервными клетками, с которыми данный нейрон электрически связан в норме. В ситуации, когда такие нервные клетки недоступны, формируются неправильные связи. Однако и в этом случае выбираются более или менее предпочтительные партнеры для образования электрических синапсов. Основные результаты этого года связаны с изучением выделенных в нашей лаборатории новой группы трансмембранных белков (паннексинов) человека и других млекопитающих. Описана геномная организация и тканевое распределение всех трёх паннексинов человека и мыши. Совместно с лабораторией клеточной биологии в Лилльском университете подтверждена гипотеза о том, что паннексины позвоночных способны к формированию щелевых контактов. Показана их особая роль в гомеостазе кальция и проведении кальциевой волны между клетками. Продолжено изучение свойств паннексинов на модельном объекте – моллюске морском ангеле (*Clione*). Клонирован еще один паннексин *Clione*. Показана дифференциальная экспрессия паннексинов в идентифицированных нейронах *Clione*.

К.б.н. Д. А. Воронов исследовал механику формирования сердечной петли у эмбриона позвоночных – процесса изгибания исходно прямой сердечной трубки и ее поворота на правую сторону тела (этот процесс имеет критическое значение в дальнейшем развитии сердца). Экспериментально показано, что (1) главный источник вращения в ходе формирования сердечной петли – внешние силы, особенно развиваемые покрывающей сердце с брюшной стороны эластичной мембраной (спланхноплеврой), а также впадающими в сердце сзади желточными венами; (2) выбор направления вращения сердечной петли направо определяется более сильным давлением на сердечную трубку левой желточной вены, по сравнению с правой; (3) самому сердцу присуще только незначительное вращение направо, являющееся следствием давления со стороны левой желточной вены.

Нейробиология. Работа д.б.н. В. Л. Дунин-Барковского проводилась по двум основным направлениям: (1) изучение нейронных механизмов дыхания. и (2) работа нейронных сетей мозжечка. Экспериментальная работа в первом направлении включала изучение активности нейронов дыхательного центра продолговатого мозга при действии гипоксии в цикле "бодрствование – сон". Работа проводилась совместно с Дж. М. Оремом, А. Т. Лаврингом и Э. Х. Видруком. Показано, что гипоксия повышает активность всех типов дыхательных нейронов, кроме пре-инспираторных. Представлена в печать работа по идентифика-

Институт проблем передачи информации РАН

ции алгоритмически заданных паттернов активности в работе нейронов неанестезированных животных в разных структурах мозга. Экспериментальное и модельное исследование активности клеток мозжечка и зрительной коры морской свинки (совместно с Р. Тикиджи-Хамбуряном, Л. Н. Подладчиковой, Г. Г. Бондарь и С. А. Ивлевым, НИИ нейрокибернетики им. А. Б. Когана Ростовского университета) позволило выявить закономерности появления эпизодов точной ритмики в этих структурах.

В группе к.б.н. Н. В. Самосудовой (к.б.н. Н. П. Ларионова, д.б.н. В. П. Реутов, Институт ВНД РАН, инж. А. В. Луканов) было продолжено изучение взаимодействия глиальных клеток (ГК) с синапсами аксонов зернистых клеток и дендритов клеток Пуркинье при действии избытка глутамата и оксида азота (NO) – модель инсульта. Установлено, что в таких условиях, повреждающих нейронную сеть мозжечка, вокруг синапсов или их элементов возникают спиралевидные структуры – обкрутки, образованные измененными отростками ГК. В присутствии глутамата наибольшее число обкруток наблюдалось вокруг шипиков – терминалей дендритов, тогда как действие NO вызывало появление обкруток в основном вокруг бутонов – терминалей аксонов зернистых клеток. Такой результат дает возможность предположить существование двух разных типов ГК. Кроме того, наблюдалось наличие двух типов реакции на стимуляцию мозжечка в присутствии NO, а именно, разбухание отростков ГК, локализованных вокруг шипиков, и слияние мембраны ГК с мембраной шипика в отдельных случаях, в то время, как многорядные обкрутки вокруг бутонов оставались без изменения. Все это, по-видимому, является морфологическим проявлением существования функционально различных ГК – либо дегенерирующих, либо усиленно метаболизирующих (образование обкруток) в условиях значительного повреждения нейронной сети мозжечка.

К.б.н. Ю.М. Бурмистров проводил исследование проблемы центрального контроля моторных функций у высших ракообразных. В этом плане изучалась локомоторная активность пресноводных раков после функционального выключения зрения. Результаты свидетельствуют, что исследовательская деятельность животных и их привыкание к экспериментальной обстановке модулируются активностью зрительной системы, представленной в высших отделах головного мозга.

В группе чл.-корр. РАН Л. М. Чайлахяна регистрировалась пространственно-временная картина процессов распространения сокращения и расслабления сердечной мышцы предсердия лягушки в изотермическом и изотоническом режимах. Обнаружен неоднородный характер сокращения трабекул вдоль их оси при сокращении и синхронное с ним уменьшение межтрабекулярного расстояния. Сделано заключение о главенствующей роли трабекул в передаче сигнала к сокращению от трабекул к межтрабекулярной ткани. (Работа проводилась совместно с сотрудниками ИТЭБ РАН).

Д.б.н. З.Х.-М. Хашаев с помощью методики внутриклеточного отведения спонтанных биопотенциалов проводил исследования по выяснению механизма действия некоторых представителей фенольных соединений. При введении в окружающий нервно-мышечный препарат раствор Рингера токсины резко повышали частоту биопотенциалов. Показано, что концентрация токсикантов, при которых наблюдалось одинаковое увеличение частоты биопотенциалов, у разных веществ отличается на несколько порядков. Предлагаемые электрофизиологические методы позволят провести исследования ионного транспорта при действии супертоксикантов в биологических искусственных мембранах. (Совместно с Л. М. Чайлахяном и А. Л. Тумановой)

Управление движением. В группе к.б.н. М. Б. Беркинблита продолжалась работа по использованию методики виртуальной реальности для изучения закономерностей управления движениями у здоровых людей и для изучения возможностей этой методики в реабилитации пациентов с моторными нарушениями после инсульта. (С участием к.ф.-м.н. С. В. Адамовича)

В группе к.б.н. Л. П. Кудиной тестировали возбудимость импульсирующих мотонейронов, активированных при произвольном сокращении локтевого сгибателя кисти или передней большеберцовой мышцы. Результат показал, что частота разряда (исследован диапазон 4-15 имп/с) не влияла на возбудимость мотонейронов при слабой (вероятно, наиболее физиологичной) послылке, но при интенсивной послылке возбудимость повышалась в диапазоне низких частот. Анализ механизмов, контролирующей возбудимость импульсирующих мотонейронов, показал, что выявленное соотношение между частотой разряда мотонейрона и его возбудимостью определялось характером траекторий межспайковой возбудимости. Этот результат во многом объясняет противоречивость литературных данных, которые обычно рассматривались без учета интенсивности тестирующей послылки. (При участии к.б.н. Р. Э. Андреевой)

Принципы биоинформатики. Д.ф.м.н. И. П. Лукашевич использовала разработанный ею структурный подход для проведения комплексного анализа клинической информации о состоянии больных с синдромом заикания и детей с задержкой речевого развития. Ею созданы обучающе-диагностическая компьютерная система по электроэнцефалографии (ЭЭГ) и атлас ЭЭГ, встроенный в экспертную систему "ЭЭГ-ЭКСПЕРТ", которая автоматически формирует описание ЭЭГ и заключение. На той же теоретической основе созданы обучающе-диагностические системы в области нейропсихологии и клинко-лабораторной диагностики.

В группе д.ф.-м.н. А. В. Чернавского 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)

Сотрудники лаборатории принимали участие в организации и проведении следующих научных форумов: VI Всероссийская конференция "Нейроинформатика-2004" (Россия, Москва, 28-30 января 2004 г.); Международная конференция "Геометрическая топология, дискретная геометрия и теория множеств" памяти профессора Л.В. Келдыш (Москва, МИАН и МГУ, 24-28 августа 2004 г.).

В. Л. Дунин-Барковский является членом редакционных коллегий журналов: *Neurocomputing* (Elsevier, Amsterdam) – с 1993 г. по настоящее время; *Neural Processing Letters* (Kluwer, Dordrecht) – с 1995 г. по настоящее время.

РАБОТА С НАУЧНОЙ МОЛОДЕЖЬЮ

Божковой В. П. – профессор-совместитель – прочитан курс лекций и проведены практические занятия по курсу "Основы генетики" для студентов дефектологического факультета Московского педагогического государственного университета. Чернавский А.В. является профессором-совместителем по кафедре высшей геометрии и топологии механико-математического факультета МГУ.

ГРАНТЫ:

- **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 (№ 02-04-48775):** "Новое семейство трансмембранных белков паннексинов и их роль в избирательном формировании электрических связей". Руководитель Ю. В. Панчин.
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 03-04-48352):** "Исследование механизмов, контролирующих возбудимость импульсирующих мотонейронов у человека". Руководитель Л. П. Кудина.
- **Российский фонд фундаментальных исследований (№ 03-04-48369)** "Исследование механизмов вариабельности активности простых и сложных импульсов клеток Пуркинье мозжечка" Соисполнитель В. Л. Дунин-Барковский.

ПУБЛИКАЦИИ В 2004 г.

Книги, пособия

1. Божкова В.П. *Основы генетики*. Руководство к практическим занятиям. М.: Мин. Обр., МПГУ, 2004, 2-изд.
2. Савина М.И., Соколова Н.А., Лукашевич И.П. *Ферменты. Диагностическое значение*. Пособие для врачей. М.: ГОУ РГМУ МЗ РФ, 2004, 21 стр.

Опубликованные статьи

1. 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, стр. 266-272.
2. Гришина Е.Г., Дмитрова Е.Д., Лукашевич И.П., Шкловский В.М. Структурный подход к исследованию высших психических функций, *Логопед*, 2004, № 6.
3. Гришина Е.Г., Лукашевич И.П., Шкловский В.М. Обучающе-диагностическая система для исследования высших психических функций, *Информационные процессы*, 2004, т. 4, № 1, стр. 24-31.
4. Исламов Б.И., Готовский Ю.Б., Мейзеров Е.Е., Чайлахян Л.М. Возможность коррекции липидного профиля крови сверхслабыми электромагнитными полями, *ДАН*, 2004, т. 396, № 3, стр. 421-423.
5. Корищов Ю.Н., Лебедев В.В., Шапошникова В.В., Ермаков Н.В., Кублик Л.Н., Чайлахян Л.М. Гексапептид иммунофан блокатор MRP-зависимой множественной лекарственной устойчивости опухолевых клеток, *ДАН*, 2004, т. 395, № 6, стр. 843-846.
6. Кудрявцев А.А., Лавровская В.П., Попова И.И., Лежнев Э.И., Чайлахян Л.М. Определение скорости гибели клеток ЗТЗ НИН из различных фаз клеточного цикла при хронической гипотермии в физиологическом диапазоне температур, *ДАН*, 2004, т. 396, № 6, стр. 838-840.
7. Ларин Ю.С., Чайлахян Л.М. Клазмонолиз в феномене Безредки, *ДАН*, 2004, т. 396, № 5, стр. 702-704.

8. 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*. 2004, 30, № 4, стр. 50-53.
9. Погорелов А.Г., Кантор Г.М., Карнаухов А.В., Сахарова Н.Ю., Чайлахян Л.М. Использование оптической микроскопии для трехмерной реконструкции эмбрионов, *ДАН*, 2004, т. 395, № 3, стр. 566-568.
10. Подладчикова Л.Н., Тикиджи-Хамбурьян Р.А., Бондарь Г.Г., Гусакова В.И., Ивлев С.А., Дунин-Барковский В.Л. Временная динамика активности "быстрых" и "медленных" нейронов зрительной коры мозга и мозжечка. *Нейрокомпьютер*, 2004, № 11, стр. 50-62.
11. Санталова И.М., Мошков Д.А., Чайлахян Л.М. Эффект блокатора Ca²⁺-каналов верапамила на структуру и функцию маутнеровских нейронов золотой рыбки, *ДАН*, 2004, т. 398, № 4, стр. 1-3.
12. Сахарова Н.Ю., Малашенко А.М., Вихлянцева Е.Ф., Ковалицкая Ю.А., Чайлахян Л.М. Влияние аллелей Wv и Wy мутации Dominant Whit Spotting на доимплантационное развитие мышей, *ДАН*, 2004, т. 398, № 4.
13. Хашаев З.Х.-М., Чайлахян Л.М., Чайлахян Т.А. Действие некоторых токсических препаратов на процессы межклеточных взаимодействий, *Известия ТРТУ*, 2004, № 3, стр. 217-222.
14. Baranova A., Ivanov D., Petrash N., Pestova A., Skoblov M., Kelmanson I., Shagin D., Nazarenko S., Geraymovych E., Litvin O., Tiunova A., Born T.L., Usman N., Staroverov D., Lukyanov S., Panchin Y. The mammalian pannexin family is homologous to the invertebrate innexin gap junction proteins. *Genomics*, 2004, 83, pp. 706-716.
15. Deutsch J., Merians A., Adamovich S., Poizner H., Burdea G. Development and Application of Virtual Reality Technology to Improve Hand Use and Gait of Individuals Post-Stroke, *Restorative Neurology and Neuroscience*, Special issue on motor system plasticity, recovery and rehabilitation, 2004, 22, pp. 341-386.
16. Gorbushin, A.M., Levakin I.A., Panchina N.A., Panchin Y.V. Hydrobia ulvae (Gastropoda: Prosobranchia): a new model for regeneration studies. *J Exp Biol*. 2001, 204, pp. 283-289.
17. Kelmanson I.V., Shagin D.A., Usman N., Matz M.V., Lukyanov S.A., Panchin Y.V. Altering electrical connections in the nervous system of the pteropod mollusc Clione limacina by neuronal injections of gap junction mRNA. *Eur. J. Neurosci*. 2002, 16, pp. 2475-2476.
18. Panchin Y.V., Kelmanson I.V. Short-circuited neuron: a note. *Neuroscience*, 2000, 96, pp. 597-599.
19. Sadreyev, R.I., Panchin Y.V. The role of putative glutamatergic neurons and their connections in the locomotor central pattern generator of the mollusk, Clione limacina. *Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.* 2000.1 26:193-202.
20. Schettino L., Rajaraman V., Jack D., Adamovich S., Sage J., Poizner H. Deficits in the Evolution of Hand Preshaping in Parkinson's Disease, *Neuropsychologia*, 2004, 42, pp. 82-94.
21. Tunik E., Adamovich S., Poizner H., Feldman A. Deficits in Rapid Adjustments of Movements According to Task Constraints in Parkinson's Disease, *Movement Disorders*, 2004, 19, pp. 897-906.
22. Tunik E., Poizner H., Adamovich S., Levin M., Feldman, A. Deficits in Adaptive Upper Limb Control in Response to Trunk Perturbations in Parkinson's Disease, *Experimental Brain Research*, 2004, 159, no 1, pp. 23-32.

Институт проблем передачи информации РАН

23. Voronov D.A., Alford P.W., Xu G., Taber L.A. The role of mechanical forces in dextral rotation during cardiac looping in the chick embryo. *Developmental Biology*, 2004, 272, no 2, pp. 339-350.

24. Zelenin, P.V., Panchin Y.V. Projection pattern and target selection of Clione limacina motoneurons sprouting within an intact environment. 2000. *J Comp Neurol*. 423:220-222.

Статьи, принятые к публикации

1. Дмитрова Е.Д., Дубровинская Н.В., Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Шкловский В.М. Особенности мозгового обеспечения вербальных процессов детей с трудностями письма и чтения, *Физиология человека*.

2. Зиборова Е.В., Лукашевич И.П., Шкловский В.М. Особенности ЭЭГ у детей дошкольного возраста с последствиями перинатального поражения ЦНС, *Физиология человека*.

3. Лукашевич И.П. Проблемы информационного взаимодействия в медицине. *Сборник, посвященный 50-летию медицинской диагностики*.

4. Лукашевич И.П. Структурная организация слабо формализуемой информации при создании обучающих систем в медицине. 31 стр. Годовой отчет за 2003 г. (Находится на регистрации во ВНИИЦ).

5. Ларионова Н.П., Реутов В.П., Самосудова Н.В., Чайлахян Л.М. Два типа реакции глиальных клеток на стимуляцию параллельных волокон на фоне НО-генерирующего соединения как морфологическая реализация физиологической активности двух типов астроцитов в мозжечке лягушки, *ДАН*.

6. Негода А.Е., Качаева Е.В., Миронова Г.Д., Чайлахян Л.М. Механизм регуляции митохондриального АТФ-чувствительного калиевого канала адениновыми нуклеотидами, *ДАН*.

7. Самосудова Н.В., Реутов В.П., Ларионова Н.П., Чайлахян Л.М. О возможной роли аутотипических контактов при повреждении нейронной сети мозжечка токсическими дозами НО-генерирующего соединения, *Цитология*.

8. Свиридова-Чайлахян Т.А., Давыдова Г.А., Ковалева М.А., Селезнева И.И., Гаврилюк Б.К., Чайлахян Л.М. Исследование факторов, влияющих на выживание реконструированных зародышей мышей при пересадках ядер, *Клеточные технологии в медицине*.

9. Свиридова-Чайлахян Т.А., Чайлахян Л.М., Гаврилюк Б.К. Эмбриональные стволовые клетки: экспериментальные подходы к направленной детерминации и дифференцировке. *Бюлл. Эксп. Биол. и Медиц.* (приложение).

10. Huang Yi-Jen, Maruyama Yutaka, Lu Kuo-Shyan, Pereira Elizabeth, Plonsky Ilya, Baur John E., Wu Dianqing, Roper Stephen D. Mouse taste buds use serotonin as a neurotransmitter, *Journal of Neuroscience*, 2004.

11. Lexine V.P., Chernavsky A.V. Unrecognizability of manifolds. *APAL*.

Тезисы докладов

1. Кудина Л.П., Андреева Р.Э. Мотонейрон и мотонейронный пул: тестирование возбудимости у человека. *III Съезд биофизиков России*, Воронежский госуниверситет, 2004, том I, стр. 348-350.

2. Пиотркевич М., Кудина Л.П. Моделирование действия возвратного торможения на импульсирующий мотонейрон у человека. *III Съезд биофизиков России*, Воронежский университет, 2004, том I, стр. 363-364.

3. Хашаев З.Х.-М., Чайлахян Л.М., Шекшеев Э.М., Туманова А.Л. Изучение механизмов действия некоторых токсических препаратов. Межд. Симпозиум *Инфор. технол. в медиц. и здравоохран.*, Карл. Вары, Чехия, 2004, стр. 41-43.

4. Хашаев З.Х.-М., Шекшеев Э.М., Чайлахян Л.М. Исследование молекулярного механизма межклеточного взаимодействия как микрооснова поддержания глобального баланса. *Труды симпозиума "Интеллектуальные системы"*, М.: Физматлит, 2004, том 2, стр. 290-295.

5. Самосудова Н.В., Ларионова Н.П., Реутов В.П. Об изменениях структуры зернистых клеток мозжечка в ответ на действия повреждающих факторов – избытка глутамата и оксида азота. *3-й съезд биофизиков России*, 2004, том I, стр. 284-285.

6. Поротиков В.И., Катаев А.А., Чайлахян Л.М., Зинченко В.П., Касымов В.А., Ильясов Ф.Э., Хохлов А.М., Шишков М.И., Хашаев З.Х.-М., Лепехин С.А. Исследование пространственно-временной динамики возникновения и распространения волны сокращения предсердия лягушки в норме, *III Съезд Биофизиков России*, Воронеж, 2004, том 1, стр. 278-279.

7. Поротиков В.И., Чайлахян Л.М., Катаев А.А., Зинченко В.П., Касымов В.А., Лелекова Т.В., Косяковпа Н.И., Шибаетов Н.В., Тихонова И.В., Ильясов Ф.Э., Хохлов А.М., Шишков М.И., Хашаев З.Х.-М. Исследование пространственно временной картины сокращения и расслабления заднего лимфатического сердца лягушки в норме и при воздействии некоторых веществ. *III Съезд Биофизиков России*, Воронеж, 2004, том 1, стр. 279-280.

8. Latacha K.S., Chen A.Y., Voronov D.A., Remond M, Zamir E.A., Taber L.A. Cytoskeletal actin is required for cardiac looping in the chick embryo, *FASEB Journal* 2003, 17, no. 4, Part 1, Suppl. S, pp. A359.

9. Lovering, A.T., Dunin-Barkowski W.L., Vidruk E.H., Orem J.M. Behavior of Medullary Respiratory Neurons during Hypoxia-Induced Periodic Breathing. Program No. 468.17, 2004 *Abstract Viewer/Itinerary Planner*, Washington, DC: Experimental Biology, 2004. Online.

10. Lovering A.T., Dunin-Barkowski W.L., Vidruk E.H., Orem J.M. Medullary Respiratory Neural Activity during Hypoxia in Sleep and Wakefulness in the Cat. Program No. 689.1. 2004 *Abstract Viewer/Itinerary Planner*. Washington, DC: Experimental Biology, 2004. Online.

11. Samosudova N.V., Reutov V.P., Larionova N.P. Transport of synaptic vesicles as a microtubule-associated movement. *International symposium "Biological motility"*, Pushchino, 2004. P. 99-100.

12. Porotikov V.I., Kataev A.A., Iliasov F.E., Khokhlov A.M., Shishkov M.I., Chailakhyan L.M. A Space-time dynamics research of a course of auricle. *Biological motility*, Pushchino, 2004.

13. Porotikov V.I., Kataev A.A., Lelikova T.A., Khokhlov A.M., Shishkov M.I., Kosyakova N.I., Polosov R.V., Chailakhyan L.M.. Back lymphatic hearts of frog. Research of the membrane mechanism for contraction regulation. *Biological motility*, Pushchino, 2004.

14. Chailakhyan T.A., B.K. Gavriyuk, G.A. Davidova, M.A. Kovaleva, I.I. Selezneva, L.M. Chailakhyan. Reconstruction of early embryos of mice by the method of nucleus transplantation for obtaining embryonic stem cells. *Inter. Multidiscipl. Workshop "Progress in Biotekhnol. and Neurobiology-Integrative Medicine"*, Hurgada, Egypt, 2004, pp. 154-155.

15. Cantor G.M., Sakharova N.Yu., Golstein D.V., Smirnov A.A., Pogorelov A.G., Chailakhyan L.M. 3D Reconstruction of mouse embryos on the early stages of preimplantation development. *Internat. symposium "Biological motility"*, Pushchino, 2004.