

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

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ГРАНТЫ:

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

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

ПУБЛИКАЦИИ В 2002 г.

Статьи

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

Институт проблем передачи информации РАН

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

В печати

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

Доклады на конференциях

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

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