

*РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК*

*УЧРЕЖДЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК*

**ИНСТИТУТ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И  
НЕЙРОФИЗИОЛОГИИ РАН**



*Москва-2010*



Директор Института  
д.б.н., профессор  
**П.М. Балабан**



Заместитель директора  
по научной работе,  
д.б.н., профессор  
**Н.В. Гуляева**



Заместитель директора  
по научной работе,  
к.б.н. **В.А. Маркевич**

## ЛАБОРАТОРИИ И ГРУППЫ

*Лаборатория нейрохимических механизмов обучения и памяти*

*Лаборатория клеточной нейробиологии обучения*

*Лаборатория общей и клинической нейрофизиологии*

*Лаборатория функциональной биохимии нервной системы*

*Лаборатория высшей нервной деятельности человека*

*Лаборатория функциональной нейроцитологии*

*Лаборатория нейрофизиологии когнитивных процессов*

*Лаборатория нейрофизиологии обучения*

*Лаборатория условных рефлексов и физиологии эмоций*

*Лаборатория общей физиологии временных связей*

*Лаборатория нейроонтогенеза*

*Лаборатория нейробиологии сна и бодрствования*

*Лаборатория психофизиологии*

*Лаборатория математической нейробиологии обучения*

*Группа двигательного обучения*

*Лаборатория прикладной физиологии ВНД человека*

*Лаборатория физиологии сенсорных систем*

*Лаборатория молекулярной нейробиологии*

*Группа нейрофотоники*



*А.В. Кольцова — Ученый секретарь  
Института с 1978 по 2006 гг.*

## ОБЩЕИНСТИТУТСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

*Архив*

*Бухгалтерия*

*Виварий*

*Группа информационного и технического  
обеспечения НИР*

*Канцелярия*

*Отдел кадров*

*Научная библиотека*

*Отдел материально-технического снабжения  
Служба по обслуживанию и эксплуатации зданий и  
сооружений*



*Журнал «Огонек», 1952 г.: лаборант  
Н.И. Санкова ставит опыт*



Заместитель  
директора по общим  
вопросам  
**Т.Н. Попкова**



Ученый секретарь  
к.б.н. **Н.В. Пасикова**



Академик **И.А. Шевелев**  
Директор ИВНД и НФ  
с 2000 по 2005 гг.

***Члены РАН и РАМН, работающие и работавшие в Институте***

***член-корр. АН СССР Асратян Эзрас Асратович***

***академик АМН СССР Иванов-Смоленский  
Анатолий Георгиевич***

***член-корр. АН СССР Воронин Леонид  
Григорьевич***

***академик АМН СССР Русинов  
Владимир Сергеевич***

***академик РАН Симонов Павел Васильевич***

***академик РАН Шевелев Игорь Александрович***

***академик РАН Островский Михаил Аркадьевич***

***член-корреспондент РАН Иваницкий  
Алексей Михайлович***

***академик АН СССР Ливанов Михаил Николаевич***

***член-корреспондент РАН Козловская  
Инесса Бенедиктовна***

***член-корреспондент РАН Анохин  
Константин Владимирович***

***академик АН СССР Уголев  
Александр Михайлович***



***Академик П.В. Симонов, директор  
ИВНД и НФ с 1981 по 2000 гг.***



***Э.А. Асратян и И.А. Шевелев***



***Чл.-корр. АН СССР Э.А. Асратян  
Директор-организатор Института***

# ИСТОРИЯ ИНСТИТУТА

Институт высшей нервной деятельности Академии наук СССР создан 14 июля 1950 г. приказом по Академии наук СССР. Подписали приказ Президент АН СССР С.И. Вавилов и Вице-президент АМН СССР И.П. Разенков на основании решения Президиумов двух академий. Директором-организатором был назначен член-корреспондент АН СССР Эзрас Асратович Асратян.

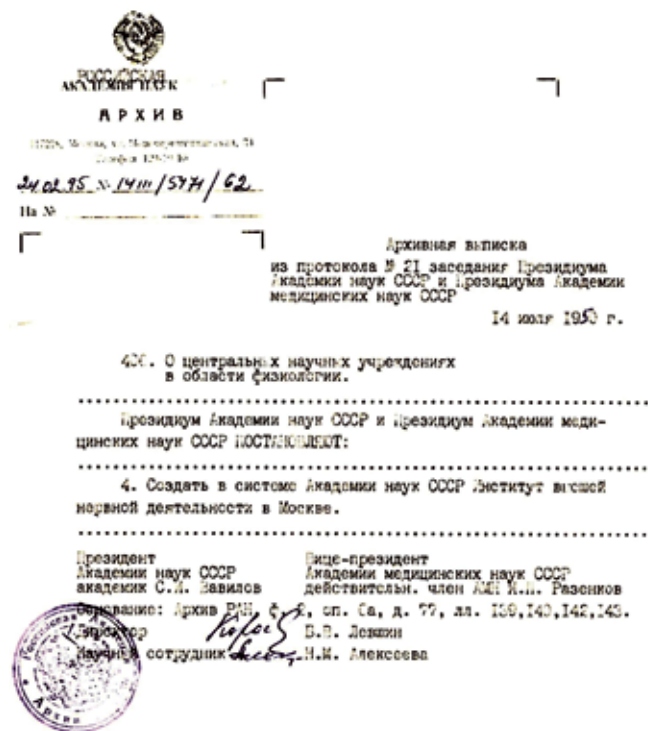
В разные годы Институтом руководили выдающиеся ученые: академик АМН СССР А.Г. Иванов-Смоленский (1952—1957 гг.), член-корреспондент АН СССР Л.Г. Воронин (1957—1960 гг.), член-корреспондент АН СССР Э.А. Асратян (1960—1981 гг.), академик РАН П.В. Симонов (1981—2000 гг.), академик РАН И.А. Шевелев (2000—2005 гг.).

В настоящее время директором Института является доктор биологических наук, профессор Павел Милославович Балабан.

Наш институт был создан на основе решения печально знаменитой «Павловской сессии» не только для «творческого развития» учения о высшей нервной деятельности, но и, как подразумевалось, для организации борьбы с «антипавловцами», т. е. с теми физиологами, которые в чем-то отступали от догматически понимаемых взглядов И.П. Павлова. Поэтому во главе создаваемого института были поставлены два ортодоксальных ученика И.П. Павлова — Э.А. Асратян (директор) и А.Г. Иванов-Смоленский (зам. директора).

С удовлетворением следует отметить (это слова профессора Э.А. Костандова, работающего в Институте с 1950 года), что институт не запятнал себя «борьбой» с инакомыслящими в физиологии. Институтом не было проведено ни одного мероприятия (научная конференция, заседание Ученого совета и т. д.), которое могло бы отразиться на судьбе ученых, придерживавшихся других взглядов на механизмы поведения. Хотя в ту пору, 1950—1953 гг., их проводилось множество, и они нередко имели организационные последствия. Более того, Э.А. Асратян пригласил сотрудников гонимого тогда Л.А. Орбели — В.Г. Самсонову, Л.М. Мкртычеву, Н.Ю. Алексеенко, создав для них лабораторию. Он хотел перевезти из Ленинграда в Москву и включить в состав Института и лабораторию Г.В. Гершуни несмотря на то, что последний на Объединенной сессии подвергся серьезной критике за свои «антипавловские» взгляды. Это стало началом серьезного конфликта между Э.А. Асратяном и его заместителем А.Г. Ивановым-Смоленским, который закончился временным уходом Э.А. Асратяна из Института. С 1952 по 1957 год Институтом руководил академик АМН СССР А.Г. Иванов-Смоленский.

Принципиально важной чертой Э.А. Асратяна, директора-организатора нашего Института, была небоязнь умных, самостоятельно мыслящих ученых, которые в каких-то областях физиологии могли знать больше, чем он. Были приглашены ученик



## Приказ о создании Института

на механизмы поведения. Хотя в ту пору, 1950—1953 гг., их проводилось множество, и они нередко имели организационные последствия. Более того, Э.А. Асратян пригласил сотрудников гонимого тогда Л.А. Орбели — В.Г. Самсонову, Л.М. Мкртычеву, Н.Ю. Алексеенко, создав для них лабораторию. Он хотел перевезти из Ленинграда в Москву и включить в состав Института и лабораторию Г.В. Гершуни несмотря на то, что последний на Объединенной сессии подвергся серьезной критике за свои «антипавловские» взгляды. Это стало началом серьезного конфликта между Э.А. Асратяном и его заместителем А.Г. Ивановым-Смоленским, который закончился временным уходом Э.А. Асратяна из Института. С 1952 по 1957 год Институтом руководил академик АМН СССР А.Г. Иванов-Смоленский.



П.В. Симонов и Э.А. Асратян

А.А. Ухтомского В.С. Русинов, электрофизиолог М.Н. Ливанов. Они, наряду с коллективом В.Г. Самсоновой и, конечно, коллективом лаборатории самого Э.А. Асратяна, в значительной степени определили научную и нравственную атмосферу Института. Это дало возможность Э.А. Асратяну за удивительно короткий срок создать эффективно действующий Институт, снискавший уважение и авторитет в научной среде.

В 1960 году Институт был переименован в Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии АН СССР. Изменение названия представляло не формальный акт, а отражало коренную реорганизацию и уточнение его научного профиля. Дело в том, что к концу 50-х годов наметился своеобразный разрыв между изучением высшей нервной деятельности и достижениями общей физиологии центральной нервной системы. Тем самым оказался нарушенным один из фундаментальных заветов И.П. Павлова, принципиально отличавший его подход от бихевиоризма: стремление постигать тонкие нервные механизмы, лежащие



*Член.корр. РАН И.Б. Козловская,  
сотрудник Института с 50-х годов*

в основе высших и наиболее сложных проявлений деятельности мозга. Реорганизация не означала создание института нейрофизиологии. Она предполагала внедрение исследований таких аспектов общей физиологии мозга, которые представляют непосредственный интерес для понимания закономерностей и механизмов высшей нервной деятельности.

В истории возникновения и становления Института отчетливо проявилась роль отечественной школы физиологов и, прежде всего, Ивана Михайловича Сеченова. Среди обширного комплекса его изысканий выделяется интерес к двум проблемам: физиологические основы высших проявлений нервной деятельности, включая психическую деятельность человека, и механизмы фундаментальных нейрофизиологических явлений.

Показательно, что ведущие отечественные физиологи, разрабатывая собственные оригинальные идеи, вели поиск в русле именно этих, намеченных И.М. Сеченовым направлений. Таковы непосредственные ученики Сеченова — А.Ф. Самойлов (электрофизиология) и Н.Е. Введенский (центральные и периферические механизмы нервной деятельности). И.П. Павлов неоднократно подчеркивал огромную роль идей И.М. Сеченова в становлении учения о высшей нервной деятельности.

Именно последователи и непосредственные ученики упомянутых классиков отечественной физиологии: Эзрас Асратович Асратян, Михаил Николаевич Ливанов и Владимир Сергеевич Русинов, во главе своих научных коллективов заложили основы нового Института высшей нервной деятельности АН СССР. Тем самым отдельные подходы к исследованию мозговых явлений, которые в свое время как бы «ответвились» от единого «сеченовского» ствола в виде оригинальных направлений И.П. Павлова, Н.Е. Введенского, А.А. Ухтомского и А.Ф. Самойлова, вновь были слиты в объединенных усилиях единого коллектива, но уже на новом, более высоком методическом уровне. Представитель каждой из ветвей отечественной школы нейрофизиологии привнес свой вклад в решение общих задач, стоявших перед Институтом.

С 2008 года Институт называется Учреждение Российской академии наук Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, который является головным Институт в области физиологии человека и животных в РФ. В настоящее время в Институте 205 сотрудников, 17 хорошо оборудованных научных лабораторий с тематикой исследования от молекулярной биологии до проблем сознания и памяти, объекты исследования от улиток до человека. В Институте есть собственный современный виварий для мелких (мыши, крысы) и крупных лабораторных животных (кролики, кошки, собаки). Каждый год сотрудники Института публикуют около 150 статей в России и за рубежом в самых высокорейтинговых журналах, включая Nature, J. Neuroscience, European J. Neuroscience и др., 1-2 монографии,



**Академик М.А. Островский,  
сотрудник Института  
с 50-х годов**

главы в руководствах и учебниках. Активное сотрудничество проводится с зарубежными учеными Чехии, Франции, Германии, США, Англии, Венгрии. В настоящее время в Институте 25 аспирантов, более 30 молодых ученых.

Более половины бюджета Института составляют гранты Совета по грантам Президента РФ, Российской академии наук, Российского фонда фундаментальных исследований, Российского гуманитарного научного фонда, Министерства образования и науки. Институт выполняет исследования по договорам с МО РФ, зарубежными фирмами и по заказу международных фондов Европейского Совета.

Уникальность Института в науке заключается в возможности объединения усилий специалистов разных направлений, начиная от вычислительной математики, молекулярных биологов и заканчивая неврологами-клиницистами. Большинство специалистов работают на животных, создавая модели патологии и находя пути их коррекции на молекулярном уровне с целью дальнейшего применения в медицинской практике. Научная проблематика Института строго профилирована и ориентирована на фундаментальное исследование высших функций мозга (обучение, память, восприятие, сознание) человека и животных в норме и патологии на системном, сетевом и клеточном уровнях. Применяемые методы представляют собой сочетание классических (электрофизиологических, нейрохимических, нейроморфологических) и наиболее современных подходов к анализу работы мозга (оптический анализ электрических процессов в мозге, его функциональное картирование, молекулярно-генетический анализ, компьютерное моделирование) на высоком уровне, что подтверждается широким международным сотрудничеством и публикациями в ведущих международных журналах.

Институт уникален также и своими традиция-



**Институт ВНД и ПФ**

*«Герб» Института, созданный к юбилею  
П.В.Симонова*



**«Международные Алексеенковские Чтения». Мнения, сомнения, прения**

ми и особой доброжелательной атмосферой и духом научного творчества. Практически с основания Института в старинном особняке на Пятницкой улице устраивались вечера и капустники, шумные празднества Нового года, юбилеи в виде шуточно-серьезных заседаний (фото Н.Ю. Алексеенко). Эта традиция бережно сохраняется до настоящего времени. Подход к серьезным проблемам с юмором характерен для сотрудников Института.

# ЛАБОРАТОРИИ ИНСТИТУТА с 1950 по 2005 гг.

## ЛАБОРАТОРИЯ ТРОФИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ (1972—1992 гг.) Заведующий — д.м.н., проф. Ажипа Ярослав Иванович (1924—1992 гг.)



**Профессор Я.И. Ажипа**

Лаборатория трофической функции нервной системы была организована из группы академика Алексея Дмитриевича Сперанского (1887—1961), первоначально располагавшейся в комн. 246 Института нормальной и патологической физиологии АМН. После смерти А.Д. Сперанского этой группой непродолжительное время руководил М.Г. Дурмишьян, который при поддержке Э.А. Асратяна перевел эту группу на Большую Калужскую, 33 (ныне Ленинский проспект, 33). На Б. Калужской ранее также располагалась Физиологическая лаборатория чл.-корр. АН СССР Э.А. Асратяна. Благодаря поддержке и совету Э.А. Асратяна в дальнейшем группа академика А.Д. Сперанского была переименована в Лабораторию трофической функции нервной системы, которая вошла в состав Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии АН СССР.

Впервые Я.И. Ажипа появился (приехал из Ростова-на-Дону) в Москве в 1956 г. в группе академика А.Д. Сперанского. Прохождение по конкурсу на вакантную должность старшего научного сотрудника позволило ему проживать и работать в столице. В группе академика А.Д. Сперанского Ярослав Иванович приступил к исследованиям фундаментальных проблем трофической функции нервной системы. С 1960

по 1987 гг. Я.И. Ажипа работал инструктором в Отделе науки и высших учебных заведений ЦК КПСС. После смерти М.Г. Дурмишьяна Я.И. Ажипа становится руководителем Лаборатории трофической функции нервной системы на общественных началах. В 1970 г. Я.И. Ажипа защищает докторскую диссертацию «Нейро-гуморальные отношения при нервнодистрофическом процессе», а в 1972 г. ему присуждают звание профессора по специальности физиология человека и животных.

Наиболее существенные достижения Лаборатории трофической функции нервной системы:

1) Монография «Нервы желез внутренней секреции и медиаторы в регуляции эндокринных функций» была отмечена в 1982 г. премией имени Л.А. Орбели.

2) Зарегистрировано открытие за номером 148 «Явление возникновения парамагнитных нитрозильных комплексов железа в клетках животных организмов при гипоксии» (Я.И. Ажипа, Л.П. Каюшин, Е.И. Никишкин) с приоритетом от 25 сентября 1965 г.

3) Обнаружено явление нитритредукции с участием дезоксигемоглобина (Я.И. Ажипа, Л.П. Каюшин, В.П. Реутов), которое было использовано для снижения токсического действия нитратов и нитритов на организм человека и животных. За эти исследования Я.И. Ажипа был отмечен серебряной, а его соавторы — Л.П. Каюшин, Е.И. Никишкин и В.П. Реутов — бронзовыми медалями ВДНХ СССР.

## ЛАБОРАТОРИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПАТОЛОГИИ И ТЕРАПИИ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (1972—2005 гг.)

Заведующий — д.м.н., проф. Айрапетянц Микаэл Гайкович (1921 г.р.)



**Слева направо М.Г. Айрапетянц,  
М.Р. Новикова, И.П. Левшина,  
Н.М. Хоничева**

В 1970 г. была организована группа экспериментальной патологии и терапии высшей нервной деятельности. Руководителем группы была назначена к.б.н. А. Я. Мехедова. В состав группы вошли Г. Капитонова (из ликвидированной лаборатории по изучению гематоэнцефалического барьера Л.С. Штерн) и окончившие обучение аспиранты И.П. Левшина (лаборатория физиологии анализаторов), С.Н. Лукьянова (лаборатория М.Н. Ливанова), инженер и два лаборанта. Группа просуществовала до 1972 г.

В 1972 г. была создана Лаборатория экспериментальной патологии и терапии высшей нервной деятельности (ЛЭПиТ ВНД) под руководством д.м.н. М.Г. Айрапетянца. В ее состав вошли сотрудники ликвидированной Лаборатории нейрорадиобиологии (зав. И.А. Пионтковский) д.м.н. М.С. Мыслободский, д.м.н. В.С. Гольдберг, к.м.н. В.Н. Семагин, к.б.н. И.А. Коломеец, С.Д. Дьякова и сотрудники ликвидированной

лаборатории «Медленные электрические процессы в головном мозге» (зав. Н.А. Аладжалова) к.б.н. А.В. Кольцова и инженер В. Барабанов

В состав ЛЭПиТ ВНД полностью вошла Группа экспериментальной патологии и терапии высшей нервной деятельности. По мере изменения структуры Института в состав ЛЭПиТ ВНД вошли сотрудники Лаборатории компенсаторных функций мозга (зав. В.П. Подачин) к.б.н. Н.И. Незлина, к.б.н. Е.П. Луцкекина, к.б.н. Л.А. Петрова, Е.П. Марковских, М.Р. Новикова, И.В. Ермакова. После закрытия лаборатории Уголева в состав лаборатории вошел д.б.н. Метельский С.Т.

В разные годы в состав лаборатории вошли к.б.н. К.Ю. Саркисова, к.б.н. Н.М. Хоничева, к.б.н. Н.В. Гуляева, к.м.н. Г.П. Акопов, к.б.н. Н.Н. Богданов, к.ф.-м.н. Н.Н. Шуйкин, к.м.н. Н.Б. Хаспекова, к.б.н. Л.М. Ливанова.

Начиная с 1996 г. численность лаборатории неизменно сокращалась, ей был возвращен статус группы, в 2008 г. группа вошла в состав Лаборатории функциональной биохимии нервной системы (зав. Н.В. Гуляева).

## ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙРОННЫХ И СИНАПТИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ УСЛОВНОГО РЕФЛЕКСА (1973—1992 гг.)

*Заведующий — д.м.н., проф. У.Г. Гасанов (1928—1992 гг.)*



*Слева направо стоят: А.В. Богданов, И.С. Сташкевич, М.И. Иванова, У.Г. Гасанов, Л.Н. Максимова, В.И. Кирпичев. Слева направо сидят: И.Г. Силькис, Н.В. Вебер, С.Ш. Рапопорт*

Лаборатория Нейронных и синаптических механизмов условного рефлекса была создана в 1973 году для исследований нейронных механизмов поведения животных. Возглавил лабораторию доктор медицинских наук, профессор Урфан Гасанович Гасанов. Прекрасно понимая, что исследование нейронных механизмов целостного поведенческого акта требует новых методических подходов, У.Г. Гасанов и его сотрудники стали применять и активно пропагандировать в Институте и за его пределами методы регистрации мультинейронной активности с последующей дискриминацией из нее отдельных импульсных рядов для корреляционного анализа. В первых работах особое внимание обращалось на свойства нейронов, импульсацию которых выделяли из мультинейронных записей. Анализировали частоту импульсации, ее распределение во времени, устойчивость к подавляющему воздействию наркотических веществ (У.Г. Гасанов, А.Г. Галашина, Г.Л. Ванециан, А.В. Богданов).

При исследовании нейронов в микроучастках зрительной коры было выделено четыре типа клеток, различающихся по характеру импульсации (И.С. Сташкевич). Было показано, что раздражения таламических структур оказывали разное влияние на характер импульсных реакций, латентность и силу ответов разных нейронов одних и тех же микроучастков сенсомоторной коры. Выявлялась тенденция, заключающаяся в том, что нейроны с большими скоростями проведения по аксонам в мультинейронных записях имеют большую амплитуду спайков (Н.В. Вебер, С.Ш. Рапопорт, И.Г. Силькис).

Одновременная регистрация нескольких нейронов позволила проследить длительные посттетанические изменения эффективности синаптической передачи в виде длительной потенциации или длительной депрессии импульсных реакций в микроучастках коры (Н.В. Вебер, С.Ш. Рапопорт, И.Г. Силькис, И.С. Сташкевич). Было показано, что длительная потенциация и длительная депрессия синаптической передачи могли возникать в одних и тех же синапсах, а один и тот же кондиционирующий залп мог приводить к разным по знаку эффектам в синапсах, локализованных на разных нейронах, что свидетельствовало о широких возможностях пластических перестроек в корковых нейронных сетях.

Параллельно с изучением индивидуальных характеристик нейронов исследовали их совместную, взаимосвязанную активность. Изучали способность нейронов оказывать влияние на соседние клетки, т. е. проявлять «сетевые» свойства в зависимости от характера их фоновой импульсации (У.Г. Гасанов, Л.Н. Максимова, И.С. Сташкевич), пластические изменения функциональных связей между нейронами, их вероятностный характер, избирательность и стабильность (У.Г. Гасанов, А.Г. Галашина, А.К. Газиев). Произведена оценка роли подкорковых структур в возможных изменениях характера межнейронных взаимодействий (Н.В. Вебер, И.С. Сташкевич).

Сравнительный анализ активности нейронов моторной и слуховой коры показал, с одной стороны, более высокую плотность, а с другой — более широкое распространение прямых функциональных связей между нейронами моторной коры по сравнению с нейронами слуховой коры (У.Г. Гасанов, А.В. Богданов, А.Г. Галашина). Иначе говоря, выявлялись различия и в «сетевой» активности нейронов разных проекционных зон.

Естественно, что в полной мере функциональная неоднородность нейронов коры проявлялась тогда, когда их исследовали в условиях обучения. Так, эксперименты с обучением по обратным связям (запуск звукового сигнала, подаваемого бодрствующему животному, импульсами нейронов его же слуховой коры) показали, что нейроны, генерировавшие спайки различной амплитуды, по-разному меняли свою импульсацию. Были выделены «первично и вторично обучаемые» нейроны. Клетки, генерировавшие спайки высокой амплитуды, изменяли свою активность раньше, чем нейроны со спайками меньшей амплитуды, вовлекаемые в процесс обучения «вторично». При этом было установлено, что «первично обученные» клетки не только регулировали деятельность соседних клеток, но и сами могли оказываться под их влиянием, что свидетельствовало о возникновении в процессе обучения двусторонних связей. Наибольшее число функциональных связей с соседними клетками устанавливали нейроны со спайками высокой и средней амплитуды. Эти эксперименты показали, что уже на уровне трехнейронных микросистем начинают проявляться специфические системные нейронные механизмы адаптивных реакций. Было высказано предположение, что по отношению к микросистеме нейроны со спайками более высоких амплитуд в записи являются «выходными», а нейроны со спайками наиболее низких амплитуд «входными» — конвергентными (У.Г. Гасанов, А.Г. Галашина).

Размышляя над результатами этих исследований, У.Г. Гасанов пришел к заключению о наличии в первичных корковых проекционных зонах гностических микросетей — элементарных функциональных единиц, с которых начинается анализ биологической информации. В своей монографии «Познавательная функция корковых нейронных сетей» он подробно развил идею об анализе простых и сложных форм нервной деятельности посредством двух качественно различных нейронных механизмов обучения — элементарных и системных — и выдвинул ряд положений о структурно-функциональных основах организации корковых нейронных сетей, убедительно доказав, что в основе познавательной (когнитивной) модели обучения лежит системная деятельность нейронов.

К сожалению, эта работа У.Г. Гасанова оказалась последней. После его смерти в 1992 г. сотрудники лаборатории продолжают исследовать активность корковых нейронных сетей бодрствующих животных в других подразделениях института.

Основные работы У.Г. Гасанова:

1. Гасанов У.Г. Внутреннее торможение. — М.: 1972. Наука. — 147 с.
2. Гасанов У.Г. Системная деятельность корковых нейронов при обучении. — М.: 1981. Наука. — 108 с.
3. Гасанов У.Г. Познавательная функция корковых нейронных путей. — М.: 1992. Наука. — 119 с.

## **ЛАБОРАТОРИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НЕЙРОМОРФОЛОГИИ (1962—2007 гг.)**

*Заведующие — д.м.н., проф. Александровская Мария Моисеевна. (1905—1992 гг.), к.б.н. Артюхина Нина Ивановна (1924—2007 гг.), к.б.н. Мац Валентина Николаевна (1940 г.р.), д.б.н. Лосева Елена Владимировна (1950 г.р.)*



***М.М. Александровская и П.Е. Снесарев***

В 1951 г. в Институте высшей нервной деятельности АН СССР был создан «кабинет морфологии мозга». На должность заведующего была приглашена доктор медицинских наук, профессор Мария Моисеевна Александровская из лаборатории патоморфологии мозга Центрального института психиатрии Министерства здравоохранения РСФСР, много лет проработавшая с одним из основоположников советской нейроморфологии профессором П.Е. Снесаревым.

В 1962 году «кабинет» был преобразован в Лабораторию морфологии центральной нервной системы. В задачи лаборатории входило исследование структурно-метаболических изменений в головном мозге животных при моделировании физиологами различных функциональных состояний. Были выявлены деструктивные и адаптивно-компенсаторные сдвиги при радиоактивном облучении, экспериментальном неврозе, эмоциональном и болевом стрессе, воздействии магнитного поля и алкоголя, при черепно-мозговой травме, нейротрансплантации и ишемии. Проведены исследования очага поляризации доминанты, выявлены структурно-функциональные корреляты возбуждения в синапсах соответствующего очага.

Помимо научно-исследовательской работы, одним из важных пунктов работы лаборатории было определение локализации микроэлектродов, вживленных в мозг подопытных животных, участков экстирпации, электрокоагуляции и других воздействий. В этом плане большое значение имеет открытие М.М. Александровской (1961 г.), обнаружившей реактивный глиоз вокруг кончика электрода — пролиферацию нейроглии, или «глиальный чехол», который формируется независимо от времени присутствия электрода в ткани мозга. По этому «глиальному чехлу» легко определить локализацию даже «острого», а не только хронического вживленного электрода.

В 1974 году заведующей лабораторией стала кандидат биологических наук Н.И. Артюхина, с 1998 по 2001 гг. заведующая лабораторией — кандидат биологических наук В.Н. Мац, с 2001 по 2007 гг. заведующая лабораторией — доктор биологических наук Е.В. Лосева.

## ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИИ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА (1950—1986 гг.)

*Заведующий — академик АН СССР Ливанов Михаил Николаевич (1907—1986 гг.)*



*Академик М.Н. Ливанов*

Лаборатория электрофизиологии условных рефлексов была в числе тех, которые были созданы сразу же при образовании Института высшей нервной деятельности. К этому времени Михаил Николаевич Ливанов уже был известным ученым, имевшим интересные публикации об изменениях электроэнцефалограммы животных (тогда, в основном, кроликов) и человека под влиянием различных внешних воздействий. Э.А. Асратян, приступая к широкому многоплановому изучению механизмов условных рефлексов, считал необходимым исследование электрической активности мозга при их формировании и поэтому пригласил М.Н. Ливанова в качестве руководителя новой лаборатории. М.Н. Ливанов уже пришел к идее о функциональном значении изоритмичности процессов в заинтересованных областях мозга при формировании условного рефлекса. Чтобы всесторонне изучить это явление, была необходима многоканальная регистрация электрической активности мозга. Тем не менее усилители еще были довольно примитивными, количественная оценка электрических колебаний проводилась чуть ли не вручную. Но уже через несколько лет М.Н. Ливановым совместно с инженером В.М. Ананьевым был разработан новый многоканальный прибор — электроэнцефалоскоп, в основе работы которого ле-

жал принцип коммутации. Данные, полученные с помощью этого прибора, могли быть обработаны на ЭВМ.

В самом начале лаборатория Михаила Николаевича во вновь созданном институте состояла из трех человек, включая ныне покойную Ирену Николаевну Книпст (создатель оригинального топографического метода обработки многоканальных электроэнцефалограмм, позволившего получить представление о минимальном времени, необходимом для передачи возбуждения между корковыми представителями разных анализаторов) и аспирантку, выпускницу биофака МГУ Валентину Николаевну Думенко (сейчас — ведущий научный сотрудник, доктор биологических наук, автор двух монографий). Маленький коллектив с энтузиазмом взялся за изучение новой для них проблемы. В.Н. Думенко вспоминает, как Михаил Николаевич проводил своеобразные «курсы», на которых он объяснял своим молодым коллегам устройство лампового усилителя. Позже пришли сотрудники М.Н. Ливанова по Институту психиатрии, в том числе Татьяна Александровна Королькова, труды которой впоследствии составили основу главной концепции Ливанова. Потом к ним присоединились сотрудники руководимой М.Н. Ливановым лаборатории Института биофизики. Сложилось так, что эти три потока определили три основных направления работы лаборатории, полным названием которой стало Лаборатория электрофизиологии условных рефлексов животных и человека: изучение ЭЭГ-коррелятов условных рефлексов животных (в качестве подопытных использовались, в основном, кролики), исследование функционального значения изменений ЭЭГ человека (родоначальником этого направления в лаборатории стала Нина Александровна Гаврилова) и изучение механизмов условных рефлексов на уровне активности отдельных корковых нейронов. Большое внимание уделялось изучению нейронных механизмов внутреннего торможения (работы д.б.н. Галины Ивановны Шульгиной). Из Института биофизики пришли также идеи изучения магнитных составляющих электрических процессов мозга, а также влияния магнитных полей на активность мозга. Последнее направление, руководимое профессором Ю.А. Холодовым, развилось до такой степени, что М.Н. Ливанов счел необходимым для этой цели выделение самостоятельной лаборатории.

Исследования активности мозга человека в различных функциональных состояниях Михаил Николаевич считал очень существенными и достойными того, чтобы они развивались в рамках еще одной самостоятельной лаборатории. Наметился и руководитель — д.м.н. Нина Евгеньевна Свидерская. Но такая лаборатория (электрофизиологии высших функций мозга), успешно проработавшая около 20 лет, была создана уже после смерти М.Н. Ливанова.

Будучи высокообразованным человеком в области электроники, М.Н. Ливанов уделял огромное внимание техническому оснащению лаборатории. Помимо научных сотрудников, в лабораторию было принято почти столько же инженеров с хорошим физико-техническим образованием. Инженеры не только обеспечивали бесперебойную работу техники, но и принимали активное участие в научных исследованиях, защищали диссертации. Стоит отметить Владимира Денисовича Труша и Александра Валентиновича Кориневского, без которых было бы невозможно впервые в мире осуществить действительно замечательный физиологический эксперимент, управляемый компьютером, в результате которого было получено неоспоримое доказательство значения сходства электрических процессов в «заинтересованных» участках коры для облегчения распространения возбуждения — явления, которое наблюдается в том числе и при выработке условного рефлекса.

После смерти академика Ливанова лабораторию возглавил профессор Константин Кондратьевич Монахов, ученик М.Н. Ливанова, видный специалист в области клинической электроэнцефалографии. Под его руководством, в основном, были сохранены главные направления научных исследований, однако интересы нового руководителя были связаны с когнитивными процессами, протекающими в мозге человека. Этим работам уделялось особое внимание. Тем не менее лаборатория сохраняла свое название, и только после смерти К.К. Монахова, когда руководителем стал профессор Эдуард Арутюнович Костандов, было решено переименовать лабораторию. Она стала называться Лабораторией нейрофизиологии когнитивных процессов. Интересно, что костяк этой уже небольшой лаборатории, являющейся фактическим и формальным преемником лаборатории электрофизиологии условных рефлексов, составляют бывшие сотрудники М.Н. Ливанова. Стоит отметить, что в лаборатории сейчас вместе работают первая и последняя аспирантки М.Н. Ливанова — доктор биологических наук В.Н. Думенко и кандидат биологических наук И.А. Яковенко.

Некоторые работы лаборатории:

1. Ливанов М.Н., Ананьев В.М. Электроэнцефалоскопия. М., Медгиз, 1959.
2. Ливанов М.Н. Нейрокинетика. — В кн.: Проблемы современной нейрофизиологии. — М.-Л.: 1965. — 37-72 с.
3. Ливанов М.Н., Книпст И.Н. Биоэлектрические проявления условнорефлекторной деятельности и их функциональная значимость. — В кн.: Физиология высшей нервной деятельности. Ч.1. Основные закономерности и механизмы условнорефлекторной деятельности. — М.: 1970. — 294-355 с.
4. Ливанов М.Н., Гаврилова Н.А., Чемоданов В.Н. К вопросу о функциональной значимости синхронизации биопотенциалов коры головного мозга у человека. Нейрофизиология. — 1970. Т. 2, № 2, — 166-172 с.
5. Ливанов М.Н. Некоторые итоги изучения корковых связей. — В кн.: Проблемы современной физиологической науки. — Л.: Наука, 1971. — 54-70 с.
6. Ливанов М.Н. Пространственная организация процессов головного мозга. — М.: Наука, 1972.
7. Ливанов М.Н., Труш В.Д., Ефремова Т.М., Потулова Л.А. Связь спектрально-корреляционных параметров ЭЭГ с процессами реализации временной связи и некоторых видов торможения. — В кн.: Основные проблемы электрофизиологии головного мозга. — М.: Наука, 1974. — 50-65 с.
8. Книпст И.Н., Кориневский А.В., Курова Н.С. Динамика пространственных соотношений био-потенциалов коры больших полушарий. — М.: Наука, 1976.
9. Шульгина Г.И. Биоэлектрическая активность головного мозга и условный рефлекс. — М.: Наука, 1978.
10. Ливанов М.Н. Электроэнцефалограмма и мышление. Психологический журнал, 1982. Т. 3, — 127-137 с.

### **ЛАБОРАТОРИЯ КОМПЕНСАТОРНЫХ ФУНКЦИЙ МОЗГА (1943—2000 гг.)**

***Заведующий — доктор мед. наук, проф. Подачин Виктор Петрович (1927—2000 гг.)***

Лаборатория компенсаторных функций мозга (первоначальное название — лаборатория восстановления функций) была организована Э.А. Асратяном в 1943 г. Внимание лаборатории было сконцентрировано на изучении закономерностей восстановления функций организма после механических, анесмического и термического поражений ЦНС.

При изучении патогенеза и экспериментальной терапии травматического шока установлено



**Профессор В.П. Подачин**

Исследование динамики электрической активности орбитофронтальной области коры, медиодорзального ядра таламуса, областей СА1-СА3 гиппокампа после повреждения какой-либо лимбической структуры показало, что формирование новых функциональных связей протекает наиболее длительно на уровне конечных проекций лимбики, еще раз свидетельствуя о важной роли высших отделов мозга в осуществлении пластических перестроек. Большое внимание уделяется изучению компенсаторных процессов, происходящих после повреждения подкорковых структур, относимых к специфическим и ответственным за осуществление специализированных функций (специфические ядра таламуса, при точностном движении в качестве тест-функции). Показано, что компенсаторные процессы на уровне таламуса заключаются в активном поиске деафферентированными нейронами недостающей афферентации, в перестройке деятельности аппарата вставочных клеток с принятием ими роли афферентных нейронов, благодаря чему достигается предельно возможное восстановление функций, нарушенных данным видом травмы.

## **ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИОЛОГИИ БЕЗУСЛОВНЫХ РЕАКЦИЙ (1984 — 1991 гг.)**

**Заведующий — академик Уголев Александр Михайлович (1926—1991 гг.)**



**Академик А.М. Уголев**

Лаборатория организована в 1984 г. с целью изучения базисных механизмов пищеварительной, транспортной и эндокринной функций тонкой кишки в связи с процессами питания, включая состояние голода и сытости. Эти проблемы тесно связаны с исследованиями роли пищевой мотивации, которые ведутся в Институте.

В основу исследований положена концепция универсальных блоков как принципа построения физиологических функций в результате уникальных сочетаний элементарных функций, осуществляемых универсальными функциональными блоками и являющимися базовыми элементами организации и эволюции биологических систем.

Наиболее существенным результатом работы лаборатории является препаративное разделение эпителиальных и субэпителиальных структур тонкой кишки с последующим определением в них ряда гормонально-активных веществ.

Этот результат, достигнутый впервые в мире, позволяет уточнить происхождение и локализацию различных гормонов, которые ранее ошибочно описывались как гормоны, продуцируемые только эпителиоцитами желудочно-кишечного тракта. В частности, экспериментально было продемонстрировано, что большая часть гастрина продуцируется субэпителиальными, а не эпителиальными структурами тонкой кишки. С другой стороны, было показано, что эпителий продуцирует некоторые факторы, которые до сих пор описывались лишь в нервных сплетениях.

Дана детальная характеристика распределения эндорфинов вдоль желудочно-кишечного тракта и в разных слоях при разных функциональных состояниях — голода и сытости. Для понимания путей эволюции регуляторных процессов, в особенности регуляции синтеза пропиомеланокортина (предшественника ряда регуляторных пептидов, включая эндорфины), важны исследования лаборатории, подтвердившие ранее установленные данные о том, что синтез пропиомеланокортина в передней доле

гипофиза репрессируется глюкокортикоидами, а в промежуточной доле — дофамином. В различных структурах желудочно-кишечного тракта, менее специализированных и филогенетически более древних, чем гипофиз, эффективны оба механизма репрессии. Полученные результаты позволили распространить общие принципы эволюции функций на объяснение филогенеза специфических особенностей регуляторных процессов на примере регуляции синтеза проопиомеланокортина.

## ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ НЕЙРОФИЗИОЛОГИИ (1984—1997 гг.)

*Заведующий — д.б.н., проф. Холодов Юрий Андреевич (1931—2002 гг.)*



*Профессор Ю.А. Холодов*

Лаборатория организована в 1984 г. на базе группы, которая выделилась в 1979 г. из Лаборатории электрофизиологии условных рефлексов. Теоретической основой исследований лаборатории явились воззрения М.Н. Ливанова (пространственная организация электрических процессов мозга и особенности его реакций на электромагнитные поля), Л.Г. Воронина (сравнительная физиология высшей нервной деятельности) и П.В. Симонова (превентивное торможение при действии стимулов малой интенсивности).

В лаборатории изучались механизмы деятельности мозга с помощью регистрации его магнитных полей, а также при воздействии на организм электромагнитных полей (ЭМП) с различными биотропными параметрами. Для исследований использовали психологические, психофизиологические, поведенческие, электрографические, магнитографические, а также морфологический и биохимический методы. Основными объектами исследований являлись ракообразные, крысы, обезьяны и человек.

В реакциях организма на общее воздействие различных электромагнитных полей (в зависимости от их параметров) отмечено увеличение двигательной активности, преимущественное торможение

выработанных временных связей, возникновение ЭЭГ-реакций синхронизации, участие нейроглиальных элементов мозга. У человека при периферическом воздействии низкоинтенсивных ЭМП обнаружены асимметричные сенсорная и электрографическая реакции, свидетельствующие об участии в восприятии ЭМ-стимула ноцицептивной системы.

Совокупность полученных сотрудниками лаборатории данных свидетельствует о существовании нескольких путей реализации реакций организма на ЭМП (прямых и рефлекторных), с преобладанием медленного начального реагирования с латентным периодом около 20–40 с.

Результаты исследований, проведенных в лаборатории, нашли широкое применение в разработке теоретических основ экологии (электромагнитное загрязнение и электромагнитный голод), гигиеническом нормировании, электромагнитной терапии.

В лаборатории впервые в стране применялся метод магнитоэнцефалографии с использованием магнитометра оптической накачки и сверхпроводящего квантомеханического интерференционного датчика (СКВИД). Использование этого метода позволило локализовать источники альфа-активности, а также источники электрической активности коры больших полушарий при вызванных ответах и определять точные координаты очагов эпилептической активности. Это направление было тесно связано с диагностикой мозга больных эпилепсией и здорового человека-оператора.

За время существования лаборатории Ю.А. Холодовым с сотрудниками было опубликовано более 20 научных монографий, около 300 статей, получено 8 патентов, в течение многих лет проводился всесоюзный научный семинар «Биологические эффекты электромагнитных полей».

В 1997 г. лаборатория перестала существовать как самостоятельное подразделение и была в качестве группы влита в Лабораторию прикладной физиологии ВНД человека.

Монографии:

1. Холодов Ю.А. Влияние электромагнитных и магнитных полей на центральную нервную систему. 1966. — 284 с.
2. Холодов Ю.А. Шестой незримый океан. — М.: «Знание», 1978. — 110 с.
3. Холодов Ю.А., Шишло М.А. Электромагнитные поля в нейрофизиологии. — М.: Наука, 1979. — 168 с.
4. Холодов Ю.А. Мозг в электромагнитных полях. — М.: Наука, 1984. — 119 с.
5. Холодов Ю.А., Козлов А.Н., Горбач А.М. Магнитные поля биологических объектов. — М.: Наука, 1987. — 145 с.
6. Холодов Ю.А., Лебедева Н.Н. Реакции нервной системы человека на электромагнитные поля. — М.: Наука, 1992. — 135 с.

## МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПО НЕЙРОБИОЛОГИИ СОЗНАНИЯ «СВЕТЛОЕ ПЯТНО»

Важным событием в жизни института было создание в 1991 году Международного исследовательского центра нейробиологии сознания «Светлое пятно» (International Research Center on the Neurobiology of Consciousness «Light Spot»). Название было взято из высказывания И.П. Павлова о том, что сознание связано с работой определенного «творческого» участка коры, который обладает оптимальной возбудимостью. Павлов писал, что такой участок выглядел бы как светлое пятно, перемещающееся по коре. Создание такого центра было ново по двум причинам. Во-первых, новым было само обращение к проблеме сознания. П.В. Симонов последовательно проводил здесь свою линию на необходимость поиска мозговой основы высших психических функций, что ранее выразилось в определении задач созданной незадолго до этого лаборатории высшей нервной деятельности человека. Во-вторых, новой была сама идея создания международного центра: сказалось разрушение системы тотального контроля над всеми возможными связями с границей. Председателем научного совета центра стал П.В. Симонов, сопредседателем — А.М. Иваницкий.

В 90-е годы центр провел три представительных международных симпозиума по проблеме физиологических основ сознания. Первый из них состоялся в 1992 году, второй — в 1994 году, когда все участники жили в санатории «Узкое», что создавало атмосферу дружеского неформального общения. Наконец, третий симпозиум был проведен в 1997 году в С.-Петербурге в рамках 33-го Международного конгресса физиологических наук. Этот третий симпозиум позволил собрать звезд мировой науки по данной проблеме. Центр дал возможность установления более тесных контактов с ведущими научными школами за рубежом, что было очень важно в условиях, когда русская наука вышла из условий изоляции. Значительный интерес к нашим работам, да и к новой России проявили наши зарубежные коллеги.

# ЛАБОРАТОРИИ ИНСТИТУТА

## ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙРОХИМИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ ОБУЧЕНИЯ И ПАМЯТИ.

*Зав. лаб. д.б.н. Базян Ара Саакович*



*Слева в 1-м ряду: Н.Ю. Ивлиева, А.С. Базян, Ю.С. Медникова. Во втором ряду О.Х. Коштова, А.А. Фоломкина*

Лаборатория основана в ИВНД и НФ РАН в 1971 году профессором Романом Ильичем Кругликовым (1928—1995 гг.). Основной темой лаборатории в течение долгих лет было «Взаимодействие нейромедиаторных и нейромодуляторных систем мозга и процессы обучения и памяти». При этом изучались особенности функционирования и взаимодействия медиаторных и модуляторных систем (глутамат, ГАМК, ацетилхолин, норадреналин, дофамин, серотонин и нейропептиды) в норме и при процессах обучения и памяти, при нарушениях мозговых функций и формировании патологических состояний. Особое внимание уделялось процессам консолидации и роли синтеза и содержания белков.

С 1995 года лабораторию возглавляет воспитанник лаборатории, ученик Р.И. Кругликова, доктор биологических наук, Базян Ара Саакович. В связи с развитием науки, накоплением знаний и продвижением вперед основные направления исследований в лаборатории приняли более современный вид. Сейчас направления исследований лаборатории можно сформулировать как: «Молекулярно-физиологические механизмы взаимодействия медиаторных и модуляторных систем в процессах обучения, памяти, формирования патологических состояний и их консолидация модификацией экспрессии генов».

За последние 10 лет сотрудниками лаборатории напечатано 102 статьи в российских и зарубежных журналах, 24 статьи в российских и зарубежных сборниках и сделано 115 докладов на российских и международных конференциях и симпозиумах.

Статьи и доклады посвящены:

— проблемам передачи и обработки информации в центральной нервной системе, анализу реализации поведения в живых системах в сравнении с искусственным интеллектом;

— исследованию активности корковых нейронов: исследование дендритных свойств; сравнительная роль ацетилхолина и норадреналина в регулировании спонтанной активности корковых нейронов; гипоксические явления в нейронах коры мозга; температурная чувствительность холинергической, норадренергической и глутаматергической реакций нейронов; характеристике формирования и следового воспроизведения ритма нейронами гиппокампа кроликов на стадии раннего и позднего онтогенеза;

— исследованиям крыс линии WAG/Raj — генетической модели абсансной эпилепсии, у которых обнаружен дефицит процесса консолидации памяти, вызванный уменьшением активности мезолимбической и мезокортикальной ДА системы подкрепления, дофамин — зависимый характер депрессивноподобного поведения и выявлено усиление мусцимол— индуцируемой проводимости Cl<sup>-</sup> через ГАМКА рецепторы коры;

— исследованию влияния мелипрамина на процессы обучения и памяти и молекулярно— химическому анализу транспортера серотонина;

— исследованию регуляции активности пуринергических рецепторов поля СА3 гиппокампа;

— сравнительному анализу пространственной организации ЭЭГ у крыс с разным уровнем генетически детерминированной тревожности, эмоциональности и при воздействии этанола;

— молекулярно-химическим основам эмоциональных состояний и подкрепления; детерминированным и неопределенным процессам в нервной системе; экспериментальным моделям болезни Паркинсона на животных.

— аллостерической пластичности ГАМКА рецептора. Обнаружен новый вид пластичности, при котором приобретенная модификация рецептора, соответственно и нейронной сети, расформируется и воспроизводится заново при напоминании. Модифицированная эффективность аллостерической регуляции ГАМКА рецептора через 7 дней после выработки возвращается к исходному уровню, но воспроизводится при напоминании через 6 месяцев независимо от текущей активности и возраста животных.

Исследования лаборатории имеют фундаментальное и прикладное значение. Например, исследования по абсансной эпилепсии позволили приступить к разработке новых методов диагностики этого заболевания; исследования эффектов специфического токсина дофаминергической системы МФПТ позволили создать доклиническую модель паркинсонизма, которая поможет выявить скрытые симптомы заболевания до его клинического проявления.

Исследования лаборатории поддерживаются Грантами ИНТАС, РФФИ, РГНФ и Программой Президиума РАН «Фундаментальные науки — медицине». Научные исследования лаборатории проводятся совместно с различными лабораториями ИВНД и НФ РАН, другими учреждениями РАН и РАМН. Сотрудники лаборатории сотрудничают с Отделением фармакологии и токсикологии Университета Куопио, Финляндия, с Отделением биологической психологии, NICI, Университет Наймеген, Нидерланды.

В настоящее время состав лаборатории :

Базян Ара Саакович — д.б.н., зав. лаб.

Медникова Юлия Сергеевна — д.б.н., в.н.с.

Дмитриев Александр Дмитриевич — д.б.н., ст.н.с.

Коштыянец Олег Хачатурович — д.б.н., ст.н.с.

Бикбулатова Лариса Саитхановна — к.б.н., ст.н.с.

Массино Юлия Сергеевна — к.б.н., ст.н.с.

Мельник Владимир Иванович — к.б.н., ст.н.с.

Смирнова Мария Борисовна — к.б.н., ст.н.с.

Сегал Ольга Леонидовна — к.б.н., с.н.с.

Ивлиева Наталья Юрьевна — к.б.н., н.с.

Фоломкина Анна Александровна — б/с., м.н.с.

Рогаль Анна Викторовна — б/с., м.н.с.

Щеголевский Николай Валентинович — ст. лаб. выс/об

Самотаева Ирина Сергеевна — аспирантка

Никитин Георгий Иванович — ст. инженер.

Список основных монографий и статей Лаборатории нейрохимических механизмов обучения и памяти:

1. Кругликов Р.И. Нейрохимические механизмы обучения и памяти. — М.: Наука, 1981. — 221 с.

2. Кругликов Р.И. Принцип детерминизма и деятельность мозга. — М.: Наука, 1988. — 224 с.

3. Нейрохимические механизмы обучения и памяти. / под ред. Р.И. Кругликов. — М.: Наука, 1989. — 225 с.

4. Базян А.С. Физиологическая роль аутоадренорецепторов. — М.: Наука. 1991. — 156 с.

5. Нейродегенеративные заболевания: Фундаментальные и прикладные аспекты / под ред. М.В. Угрюмова. — М.: Наука. — 447 с.

## ЛАБОРАТОРИЯ КЛЕТочНОЙ НЕЙРОБИОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ

*Зав. лаб. — д.б.н., проф. Балабан Павел Милославович*

Лаборатория была создана в 1989 году на основе входившей в состав лаборатории академика П.В. Симонова группы молодых исследователей, проводившей исследования механизмов обучения и памяти на уровне отдельных нейронов и их связей на беспозвоночных животных. Основные направления научной работы — клеточные механизмы организации поведения и модификаций поведения в результате обучения, клеточные и молекулярные механизмы памяти.

Группа исследователей, составивших костяк лаборатории (О.А. Максимова, И.С. Захаров, П.М. Балабан) и работавшая в составе лаборатории Э.А. Асратяна под научным руководством Е.Н. Соколова, еще в начале 70-х годов показала возможность выработки условных рефлексов на виноградных улитках, описала структуру и функцию нервной системы и отдельных функционально значимых нейронов этого объекта. В 70-80-е годы этими исследователями и примкнувшими к ним Н.И. Браваренко, В.Н. Иерусалимским, М.В. Чистяковой и Т.П. Норекияном впервые были описаны у моллюсков новые функциональные классы командных и модуляторных нейронов, играющих ключевую роль в механизмах памяти и обучения в простых нервных системах. Обнаружена способность к самостимуляции у беспозвоночных животных на поведенческом и нейронном уровне, что имеет принципиальное значение для исследования механизмов мотивации и подкрепления. В сотрудничестве с сотрудниками Института молекулярной биологии РАН (д.б.н. А.В. Белявским и др.) обнаружен и описан целый ряд новых генов, специфически экспрессирующихся в нейронах. Показана возможность регуляции экспрессии обнаруженных генов адекватными стимулами.

В 90-е годы на фоне изменений международных отношений было налажено активное международное сотрудничество с Йельским Университетом (США) в области оптических методов, с Принстонским университетом в области нейронных механизмов поведения, с Аризонским Университетом (США) в области анализа нейронных сетей крылоногих моллюсков, с Институтом нейрофизиологии Университета в Бохуме (Германия) и

*Фото: слева направо, сверху вниз*

*П.М. Балабан, Н.И. Браваренко, В.Н. Иерусалимский,  
О.А. Максимова, И.С. Захаров, Н.И. Незлина, М.А. Волгушев,  
Т.А. Коршунова, Т.П. Норекиян, А.Ю. Мальшев,  
Е.С. Никитин, М.С. Лемак, А.В. Егоров, Н.А. Асеев,  
М.Г. Шерозия, В.Г. Марченко, М.В. Роцин*



в последние годы с университетом Коннектикута (США) в области синаптических механизмов пластичности и механизмов генерации потенциалов действия. В лаборатории активно изучаются механизмы нейроонтогенеза и изменения экспрессии генов в ходе индивидуального развития. В последнее время показано наличие эндоканнабиноидов у моллюсков и описана их функциональная роль. Детально анализируется поведение беспозвоночных и самыми современными методами изучаются механизмы обучения, консолидации и реконсолидации памяти как в поведенческих исследованиях, так и на модельных препаратах с минимальным количеством нейронов-участников пластических процессов. В настоящее время в качестве объекта исследования используются животные с простой нервной системой или срезы мозга позвоночных животных. Наряду с традиционными электрофизиологическими методами в лаборатории в настоящее время активно применяются оптические методы регистрации электрических процессов и конфокальная микроскопия, иммуногистохимия и методы молекулярной биологии для поиска и определения функции нейроспецифических генов.

В состав лаборатории входит Группа нейрофотоники (рук. к.б.н. Е.С. Никитин), задачей которой является визуализация молекулярных и клеточных процессов не только на уровне тела клетки, но и в тонких отростках нервных клеток позвоночных и беспозвоночных животных.

Основные монографии и статьи лаборатории:

1. Максимова О.А., Балабан П.М. Нейронные механизмы пластичности поведения. — М.: Наука, 1983. — 126 с.
2. Балабан П.М., Захаров И.С. Обучение и развитие. Общая основа двух явлений. — М.: Наука, 1992. — 150 с.
3. Balaban P.M. Applicability of the reinforcement concept to studies in simple nervous systems. In: *Complex Brain Functions. Conceptual Advances in Russian Neuroscience*. Eds. A.M. Ivanitsky, P.M. Balaban, Harwood Academic Publishers, 2000, p. 201-211.
4. Balaban P.M. (2002) Declarative and procedural memory in animals with simple nervous systems. In: «Psychology at the turn of the millennium, Vol. 1: Cognitive, biological, and health perspectives» (Eds: Lars Beckman & Claes von Hofsten). Psychology Press, pp. 1-28.
5. Malyshev AY, Balaban PM. Identification of mechanoafferent neurons in terrestrial snail: response properties and synaptic connections. *J Neurophysiol*. 2002 May; 87(5):2364-71.
6. Balaban P.M. Cellular mechanisms of behavioral plasticity in terrestrial snail. *Neurosci Biobehav Rev*. 2002 Aug; 26(5):597-630.
7. Boguslavsky D, Ierusalimsky V, Malyshev A, Balaban P, Belyavsky A. Selective blockade of gene expression in a single identified snail neuron. *Neuroscience*. 2003; 119(1):15-8.
8. Balaban PM, Korshunova TA, Bravarenko NI. Postsynaptic calcium contributes to reinforcement in a three-neuron network exhibiting associative plasticity. *Eur J Neurosci*. 2004 Jan; 19(2): 227-33.
9. Lemak MS, Bravarenko NI, Bobrov MY, Bezuglov VV, Ierusalimsky VN, Storozhuk MV, Malyshev AY, Balaban PM. Cannabinoid regulation in identified synapse of terrestrial snail. *Eur J Neurosci*. 2007 Dec; 26(11):3207-14.
10. Korshunova TA, Bravarenko NI, Balaban PM. Impairment of Context Memory by beta-Amyloid Peptide in Terrestrial Snail. *Front Behav Neurosci*. 2008; 2:3. Epub 2008 Sep 2.
11. Aseyev N, Zakharov IS, Balaban PM. Morphology of neuropeptide CNP2 modulation of heart activity in terrestrial snail. *Peptides*. 2010 Jul; 31(7):1301-8. Epub 2010 Apr 23. PMID: 20399241
12. Ierusalimsky VN, Balaban PM. Two morphological sub-systems within the olfactory organs of a terrestrial snail. *Brain Res*. 2010 Apr 22; 1326:68-74. Epub 2010 Feb 26.

**ЛАБОРАТОРИЯ ОБЩЕЙ ФИЗИОЛОГИИ ВРЕМЕННЫХ СВЯЗЕЙ**  
*Заведующий — доктор биологических наук Богданов Алексей Владимирович*



*А.В. Богданов*

Лаборатория общей физиологии временных связей была открыта в 1951 году. Заведующим лабораторией был назначен видный представитель отечественной физиологической школы Н.Е. Введенского—А.А. Ухтомского — действительный член АМН СССР, доктор биологических наук, профессор Владимир Сергеевич Русинов. С 1988 года лабораторией руководила доктор биологических наук, профессор, лауреат премии имени А.А. Ухтомского Римма Александровна Павлыгина, а с 2006 года — доктор биологических наук Алексей Владимирович Богданов.

Исходя из идеи Введенского-Ухтомского о стационарном возбуждении, электрографическим отражением которого является длительный сдвиг постоянного потенциала (ПП), В.С. Русинов применил локальную поляризацию постоянным током коры большого мозга кролика для создания очага стационарного возбуждения. Такой очаг возбуждения обладает свойством суммации. Опираясь на эти факты, Русинов выдвинул гипотезу «поляризационно-электротонического» замыкания временной связи.



*Слева направо стоят: А.К. Маликова, Т.Б. Швец, Е.Н. Цыкалов, Л.С. Гречушникова, В.Л. Эзрохи, Н.А. Горелова, Л.И. Александров, Г.Я. Рощина  
Слева направо сидят: М.А. Рябинина, Г.Д. Кузнецова, Р.А. Павлыгина, В.С. Русинов, А.Б. Шацкова, В.И. Королева*

Сдвиги ПП возникали не только в зоне очага стационарного возбуждения при поляризационной корковой доминанте, но и в сенсомоторной коре при образовании оборонительной доминанты на электрокожное ритмическое раздражение, при доминанте, созданной слабым локальным давлением на поверхность сенсомоторной коры (Л.С. Гречушникова, Т.Б. Швец). Показано, что очаги стационарной активности с характерным сдвигом ПП обладают длительным последствием: поляризованные нервные структуры длительное время сохраняют усвоенный ритм (Р.А. Павлыгина).



*Слева направо: Русинова Е.В., Кузнецова Г.Д.,  
Галашина А.Г., Виноградова Л.В., Рощина Г.Я.,  
Габова А.В., Королева В.И., Шацкова А.Б.,  
Кармышева Н.Н., Павлыгина Р.А.*

рефлексов. Именно доминанта с её способностью отвечать на стимул, никогда ранее не совпадавший с данной деятельностью, обеспечивает то разнообразие предсуществующего нейронального и поведенческого ассортимента, из которого при подкреплении формируется новый целенаправленный поведенческий акт (Р.А. Павлыгина)&

Сдвиги ПП в коре больших полушарий возникают также при локальном наложении химических веществ (КС) — в месте действия агента регистрируется негативность с окружающей её позитивностью. Периодически от этого очага негативности отходит медленная волна деполаризации. Если создаётся второй очаг после угасания первого, то медленная волна может возникнуть не во втором, вновь созданном очаге, а в первом; первичный очаг начинает вновь работать под дистантным влиянием второго. Этот факт свидетельствует о существенной роли медленных волн в установлении межцентральных отношений в процессе образования новых связей в коре (В.И. Королева, Г.Д. Кузнецова). Экспериментально установлено, что существуют прямые и обратные связи между доминантным очагом и центром, к которому адресуется тестирующий раздражитель, что нашло отражение и в перестройке потенциалов соответствующих центров (Р.А. Павлыгина, Г.Я. Рощина, Ю.В. Любимова).

Спектрально-корреляционный анализ электрической активности (ЭА) мозга дал возможность установить, что для доминантных очагов характерно повышение мощности в диапазоне дельта-частот, а также повышается сходство ЭА структур, расположенных на разных уровнях ЦНС и имеющих отношение к данной доминанте. Происходит объединение соответствующих структур в единую функциональную систему (Р.А. Павлыгина, Ю.В. Любимова, Г.Я. Рощина, Е.В. Русинова).

Анализ нейронной активности доминантного очага показал, что при суммации происходит усиление фазности процессов возбуждения и торможения. При этом, торможение обеспечивает последующее усиление возбуждения в пункте конвергенции с выходом его на эффектор. Благодаря этому механизму афферентный стимул начинает вызывать ранее несвойственный ему эффект (Р.А. Павлыгина).

Исследования сетевой активности нейронов в доминантных очагах показали, что процент зависимых отношений между клетками соседних микроучастков коры при доминанте достоверно увеличивается за счет прироста числа зависимых отношений, устанавливаемых с участием нейронов с малыми и средними электрическими полями. Выявлены замкнутые нейронные цепочки, целиком состоящие из нейронов, в активности которых «читается» ритм примененной в опытах стимуляции (А.В. Богданов, А.Г. Галашина).

При исследовании мотивационных доминант жажды, голода и поляризационной доминанты был открыт феномен быстрого формирования условной связи при устранении доминантного состояния: целенаправленные поведенческие реакции в дальнейшем инициировались

В лаборатории широко исследован вопрос о соотношении коры и подкорковых образований. Показано, что дополнительная поляризация мезэнцефалических и таламических ядер ретикулярной формации облегчает формирование корковой поляризационной доминанты (П.И. Калинин).

В.С. Русинов рассматривал доминанту как простую форму временной связи (по сравнению с условным рефлексом), поскольку при доминанте реализуется основная черта временной связи — возникновение реакции на раздражитель, ранее её не вызывавший. В лаборатории были добыты новые факты, свидетельствующие о сходстве доминанты с первоначальной стадией генерализации условных

не внешним стимулом, а внутренним состоянием животного, то есть представляли истинно произвольные поведенческие акты. Методика выработки условного рефлекса на основе прекращения мотивационной доминанты отличается от методики, применяемой при выработке классических и инструментальных условных рефлексов, поэтому данная форма обучения была обозначена как эндогенный условный рефлекс. Анализ экспериментальных моделей доминант, а также их естественных поведенческих форм приводит к выводу, что поведение животного направлено не на поддержание доминантного состояния в центрах, а на его прекращение (Р.А. Павлыгина).

Особое место в работах, проводимых в лаборатории, занимают исследования взаимодействия двух стационарных очагов возбуждения. Поведение животных практически определяется взаимодействием и сменой доминант. Экспериментально показано, что одновременное формирование оборонительной и мигательной доминанты затруднено. (Г.Я. Рощина).

Функциональная значимость стационарных очагов возбуждения и сдвиги постоянного потенциала исследовались в лаборатории не только в норме, но и при патологических состояниях. Исследуя свойства распространяющейся депрессии Леао (волны РД), т. е. массовой деполяризации нейронов, медленно распространяющейся из первичного очага деполяризации сотрудники лаборатории предположили, а затем доказали, что волна РД принадлежит к классу автоволновых процессов. Это определяет особенности распространения волны по нервной ткани. Впервые сотрудниками лаборатории зарегистрированы спиральная волна РД, «бумеранг», возникновение «пульсаций» постоянного потенциала при столкновении двух волн РД (Г.Д. Кузнецова, В.И. Королева, Н.А. Горелова, Л.В. Виноградова). Для визуализации движения волны РД по коре был использован метод термоэнцефалоскопии (Е.Н. Цыкалов, Г.Д. Кузнецова).

Исследованию роли РД в динамике патологических процессов в мозге посвящен целый ряд работ сотрудников лаборатории. На начальной стадии развития пенициллинового очага, или при небольших дозах пентилентетразола, возникшая волна РД прекращает судорожную активность (В.И. Королева). У животных с аудиогенной эпилепсией волна РД возникает на самых ранних стадиях выработки аудиогенного киндлинга еще до появления в ЭЭГ четкого судорожного послеразряда (Л.В. Виноградова). Благодаря использованию хронически вживленных карбоновых электродов для регистрации постоянного потенциала мозга, удалось исследовать особенности развития волны РД в условиях свободного поведения животных (В.И. Королева, Н.А. Горелова, Л.В. Виноградова). В рамках исследования патологических форм устойчивого возбуждения были проведены исследования механизмов, лежащих в основе конвульсивной и неконвульсивной эпилепсии. Для этого использовали генетические модели данного заболевания у животных (линии крыс КМ, WAG/Rij, IGER). У крыс линии WAG/Rij была выделена субпопуляция крыс со смешанной формой эпилепсии (Г.Д. Кузнецова, А.Б. Шацкова).

Основные труды лаборатории ОФВС:

1. Русинов В.С. Доминанта. Электрофизиологическое исследование. — М.: Медицина, 1969. — 231 с.
2. Электрическая активность головного мозга при образовании простых форм временной связи. — М.: Наука, 1972. — 240 с.
3. Основные проблемы электрофизиологии головного мозга. — М.: Наука, 1974. — 375 с.
4. Егоров Ю.В. Кузнецова Г.Д. Мозг, как объемный проводник. — Наук, 1976. — 128 с.
5. Кузнецова Г.Д., Королева В.И. Очаги стационарного возбуждения в коре головного мозга. — М.: Наука, 1978. — 150 с.
6. Физиологическое исследование стационарной активности в головном мозге. — М.: Наука, 1983. — 344 с.
7. Королева В.И., Горелова Н.А., Виноградова Л.В. Депрессия Леао в структурах головного мозга. — М.: «Наука», 1993. — 144 с.
8. Шевелев И.А., Цыкалов Е.Н., Кузнецова Г.Д. «Термоэнцефалография». — М.: Наука, 1986. — 375 с.
9. Богданов А.В. Галашина А.Г. Функциональные связи нейронов моторной коры при обучении. Пространственно-временная организация. — М.: Наука, 2003. — 240-188 с.
10. Богданов А.В. Физиология центральной нервной системы и основы простых форм адаптивного поведения. Учебное пособие. — М.: МПСИ, 2005. — 545 с.

## ЛАБОРАТОРИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БИОХИМИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

*Зав. лаб. — д.б.н., проф. Гуляева Наталья Валерьевна*



*Слева направо, сверху вниз: М.В. Онуфриев, В.А. Аниол, Ю.В. Моисеева, М.Ю. Степаничев, Д.И. Перегуд, Н.А. Лазарева, Н.В. Гуляева, И.В. Кудряшова, Л.В. Брылев, М.С. Попова, Н.А. Степаничева, А.О. Тишкина, А.А. Яковлев, К.Ю. Саркисова, А.К. Пискунов; в блоке: М.Г. Айрапетянц, И.П. Левшина, М.Р. Новикова, Н.М. Хоничева*

Лаборатория функциональной биохимии нервной системы была организована в 1992 году по инициативе директора Института академика П.В. Симонова. Руководителем лаборатории была избрана доктор биологических наук, профессор Н.В. Гуляева, которая и руководит ею по настоящее время. В 2005 г. в лабораторию влилась Группа экспериментальной патологии и терапии высшей нервной деятельности под руководством доктора медицинских наук, профессора М.Г. Айрапетянца.

Тематика исследований лаборатории связана с изучением функционально-биохимических механизмов пластичности мозга в норме и при патологии. Одним из важнейших вопросов является выяснение того, каким образом

механизмы, обеспечивающие нормальную нейропластичность и/или адаптивно-компенсаторные реакции мозга (свободнорадикальные процессы, система оксида азота, активность каспаз, катепсинов, калпаинов и других протеаз, нейровоспалительные реакции и т. д.), переключаются на реализацию патологии, вплоть до нейродегенерации и гибели нейронов. Как организованы регуляторные механизмы, использующие одни и те же процессы и структуры и для пластических изменений нейронов, и для нейродегенерации? В этой связи в лаборатории была впервые сформулирована и подтверждена концепция о неапоптотической функции каспазы-3 в реализации нормальной пластичности мозга позвоночных и (совместно с проф. П.М. Балабаном и его сотрудниками) беспозвоночных животных. Другими принципиальными вопросами остаются выяснение механизма гибели нейронов при разных нейродегенеративных процессах (рабочая гипотеза предусматривает единый механизм для разных нейродегенеративных заболеваний), а также вклад в церебральные патологии нарушений нейрогенеза.

В лаборатории осуществляется моделирование и исследование разнообразных экспериментальных патологий центральной нервной системы на грызунах («инъекционные» модели нейродегенерации разного типа, модели эпилепсии, ишемии, хронического стресса, нейровоспаления, нокаутные/трансгенные животные), а также анализ биологического материала, полученного от пациентов с различными церебральными патологиями. Исследования лаборатории имеют комплексный характер; наряду с применением наиболее современных поведенческих, электрофизиологических, биохимических, патоморфологических и иммуногистохимических методов, работа направлена в русло молекулярно-генетических исследований. Осуществляется тесное сотрудничество с клиницистами для разработки диагностических и

прогностических критериев, необходимых в клинике неврологических заболеваний, исследования механизмов патогенеза соответствующих нейропатологий, а также для разработки патогенетически обоснованных подходов к коррекции заболеваний.

Лаборатория проводила совместные исследования и продолжает сотрудничать с подразделениями внутри института, с организациями в России (НЦ неврологии РАМН; кафедрой неврологии РГМУ; факультетами фундаментальной медицины, психологии, химическим и биологическим факультетами МГУ; НИИ паразитологии РАН; ИБХ РАН; ИНЭОС РАН; НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко; НИИ фармакологии РАМН; МФТИ; ННЦ Наркологии; ИТЭБ РАН, Пушкино; ИЭБФ РАН, С-Петербург; ЮФУ, Ростов-на-Дону) и за рубежом (ГУ «НППЦ «Институт фармакологии и биохимии НАН Беларуси», Гродно, Беларусь; Институтом Вайцманна, Реховот, Израиль; Университетами Отто фон Гюрике, Магдебург, Германия; Оттавы, Канада; Ратгерс, США).

Наряду с бюджетным финансированием, работа лаборатории поддерживается отечественными и зарубежными грантами, хоздоговорами. Материалы исследований, проведенных в лаборатории, легли в основу 11 кандидатских и 3-х докторских диссертаций, нескольких десятков дипломных и курсовых работ. За время существования лаборатории сотрудниками было опубликовано более 200 статей в ведущих журналах (из них около 30 в международных журналах), несколько монографий и глав в монографиях.

В настоящее время в штат лаборатории входят: Гуляева Наталия Валерьевна, зав. лаб., д.б.н., профессор; Айрапетянц Микаэл Гайкович, г.н.с., д.м.н., профессор; Кудряшова Ирина Владимировна, в.н.с., д.б.н.; Саркисова Карине Юрьевна, в.н.с., д.б.н.; Онуфриев Михаил Валериевич, в.н.с., к.б.н.; Степаничев Михаил Юрьевич, в.н.с., к.б.н.; Левшина Ирина Павловна, с.н.с., к.б.н.; Новикова Маргарита Робертовна, н.с., к.б.н.; Моисеева Юлия Владимировна, н.с., к.б.н.; Аниол Виктор Александрович, н.с., к.м.н.; Яковлев Александр Александрович, н.с., к.ф.-м.н.; Брылев Лев Вадимович, н.с., к.м.н.; Лазарева Наталья Александровна, н.с.; аспиранты Попова Мария Сергеевна; Тишкина Анна Олеговна; Пискунов Алексей Константинович; Ситников Сергей Леонидович и научно-технические сотрудники Гусев Павел Владимирович; Степаничева Наталья Александровна и Лазарева Алена Александровна.

1. Gulyaeva NV, Stepanichev MY. Abeta(25-35) as proxyholder for amyloidogenic peptides: in vivo evidence. *Exp Neurol*. 2010; 222(1):6-9.

2. Gulyaeva NV. Aberrant neurogenesis in adult epileptic brain: compensatory or pathologic? *Neurochemical J*. 2010; 3(1):102-8.

3. Onufriev MV, Yakovlev AA, Lyzhin AA, Stepanichev MY, Khaspekov LG, Gulyaeva NV. A secreted caspase-3-substrate-cleaving activity at low pH belongs to cathepsin B: a study on primary brain cell cultures. *Biochemistry (Mosc)*. 2009; 74(3):281-7.

4. Yakovlev AA, Gorokhovatsky AY, Onufriev MV, Beletsky IP, Gulyaeva NV. Brain cathepsin B cleaves a caspase substrate. *Biochemistry (Mosc)*. 2008 73(3):332-6.

5. Stepanichev MY, Onufriev MV, Yakovlev AA, Khrenov AI, Peregud DI, Vorontsova ON, Lazareva NA, Gulyaeva NV. Amyloid-beta (25-35) increases activity of neuronal NO-synthase in rat brain. *Neurochem Int*. 2008;52(6):1114-24.

6. Stepanichev M, Zdobnova I, Zarubenko I, Lazareva N, Gulyaeva NV. Differential effects of tumor necrosis factor-alpha co-administered with amyloid beta-peptide (25-35) on memory function and hippocampal damage in rat. *Behav Brain Res*. 2006; 175(2):352-61.

7. Bravarenko NI, Onufriev MV, Stepanichev MY, Ierusalimsky VN, Balaban PM, Gulyaeva NV. Caspase-like activity is essential for long-term synaptic plasticity in the terrestrial snail *Helix*. *Eur J Neurosci*. 2006;23(1):129-40.

8. Pavlova T, Stepanichev M, Gulyaeva N. Pentylenetetrazole kindling induces neuronal cyclin B1 expression in rat hippocampus. *Neurosci Lett*. 2006; 392(1-2):154-8.

9. Stepanichev MY, Kudryashova IV, Yakovlev AA, Onufriev MV, Khaspekov LG, Lyzhin AA, Lazareva NA, Gulyaeva NV. Central administration of a caspase inhibitor impairs shuttle-box performance in rats. *Neuroscience*. 2005; 136(2):579-91.

10. Gulyaeva NV. Non-apoptotic functions of caspase-3 in nervous tissue. *Biochemistry (Mosc)*. 2003; 68(11):1171-80.

## ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙРОФИЗИОЛОГИИ СНА И БОДРСТВОВАНИЯ

*Заведующий — д.б.н. В.Б. Дорохов*



*Слева направо, сверху вниз:*

*В.Б. Дорохов, А.Н. Пучкова, О.Н. Ткаченко,  
Г.Н. Арсеньев, И.В. Ермакова, Р.Г. Кожедуб,  
Н.Е. Свидерская, Д.В. Захарченко,  
Ю.В. Украинцева, С.Н. Кожечкин,  
А.Н. Подоровский, Т.П. Лаврова*

Лаборатория нейробиологии сна и бодрствования в ИВНД и НФ РАН была организована в 2007 году, заведующим лабораторией был назначен д.б.н. В.Б. Дорохов. Созданию лаборатории предшествовала организационная работа по восстановлению интереса научной общественности к исследованиям в области экспериментальной сомнологии в нашей стране.

Исследования Лаборатории нейробиологии сна и бодрствования направлены на анализ взаимоотношений между сном и реализацией когнитивных функций в состоянии бодрствования. Эту область исследований можно кратко сформулировать как «Сон, деятельность и когнитивные функции». В рамках этой проблемы изучаются: механизмы нарушения деятельности, вызываемые критическим снижением уровня бодрствования; роль дневного сна в восстановлении работоспособности человека; участие сна в процессах консолидации памяти у человека и животных.

В настоящее время исследования лаборатории проводятся в следующих направлениях:

**1) Исследование психофизиологических механизмов засыпания — перехода от бодрствования ко сну.** Теоретической основой этих исследований являются представления (Дорохов В.Б. 2001-2008), что взаимодействие регуляторных систем бодрствования и сна при засыпании сопровождается психическими процессами, связанными с возникновением дремотного состояния сознания, которое характеризуется переключением внимания с анализа информации, поступающей от внешнего мира, на обработку информации, извлекаемой из памяти. Этот переход не осознается субъектом, что, с одной стороны, обеспечивает нормальный переход к физиологическому сну, но, с другой стороны, неосознаваемость процесса засыпания при выполнении монотонной деятельности является причиной различных инцидентов на транспорте и производстве при критическом снижении уровня бодрствования.

В лаборатории разработано несколько экспериментальных моделей для исследования нарушений профессиональной деятельности, вызываемых снижением уровня бодрствования при выполнении монотонной однообразной деятельности. Результаты этих исследований были использованы при создании системы «Контроля Бодрствования Машиниста (ТСКБМ), производимой ЗАО «НЕЙРОКОМ» для железнодорожного транспорта.

В настоящее время исследуются нарушения зрительно-моторной координации на модели монотонной деятельности, имитирующей засыпание за рулем. Для регистрации движения глаз используется бесконтактный метод видеорегистрации движения глаз (Eyegaze Development System, LC Technologies, USA).

**2) Исследование участия сна в обучении и консолидации памяти.** В настоящее время большинство исследователей полагает, что сон участвует в процессах консолидации (упрочения) памяти — перехода кратковременной памяти в долговременную. Однако роль отдельных фаз сна в формировании разных видов памяти и их тонкие механизмы остаются неизвестными.

Изучение роли сна в обучении проводится как на животных, так и на человеке. Полученные результаты показали эффективность используемых экспериментальных моделей для исследования роли сна в процессах консолидации памяти как у животных, так и у человека.

**Научное сотрудничество:** ряд лабораторий ИВНД и НФ РАН; Кафедра ВНД биологического ф-та и каф. психофизиологии ф-та психологии МГУ им М.В. Ломоносова; Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН, Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН; ЗАО «НЕЙРОКОМ» и другие учреждения.

**Гранты:** исследования поддерживаются грантами РФФИ; РГНФ; программой фундаментальных исследований Президиума РАН «Фундаментальные науки — медицине»; программой ОБН РАН «Механизмы физиологических функций: от молекулы до поведения».

Основные публикации:

1. Свидерская Н.Е. Пространственная организация электроэнцефалограммы. — М. — Воронеж: Изд-во ВГМА, 2008. — 573 с.

2. Dorokhov V. B., Verbitskaya Yu. S., Lavrova T. P. Auditory Evoked Potentials and Impairments to Psychomotor Activity Evoked by Falling Asleep//Neuroscience and Behavioral Physiology, Vol. 40, No. 4, 2010.

3. Дорохов В.Б., Кожедуб Р.Г., Арсеньев Г.Н., Кожечкин С.Н., Украинцева Ю.В., Куликов М.А., Ковальзон В.М. Влияние депривации сна на консолидацию пространственной памяти крыс после однодневного обучения в водном тесте Морриса. // Журн. высш. нервн. деят. — 2010. Т.?, (в печати).

4. Dorokhov, V.B.; Arsenyev, G.N.; Zakharchenko, D.V.; Ukraintseva, Yu.V.; Lavrova, T.P.; Dementienko, V.V.; Kadin, I.L.; Markov, A.G.; Shakhnarovich, V.M. Eye—hand coordination: Performance errors and vigilance level. // International Journal of Psychophysiology, Volume 69, Issue 3, September 2008, Page 266.

5. Дорохов В.Б. Альфа — веретена и К-комплекс — фазические активационные паттерны при спонтанном восстановлении нарушений психомоторной деятельности на разных стадиях дремоты. // Журн. высш. нервн. деят. — 2003. Т.53. — №.4. — С. 503-512.

6. Дорохов В.Б. Анализ психофизиологических механизмов нарушения деятельности при дремотных изменениях сознания. // Вестник РГНФ. — 2003. — №4. — С. 137-144.

7. Дорохов В.Б., Демантиенко В.В., Коренева Л.Г., Марков А.Г., Шахнарович В.М. Электродермальные показатели субъективного восприятия ошибок в деятельности при наступлении дремотного состояния. // Журн. высш. нервн. деят. — 2000. Т.50. — №.2. — С. 206-218.

## ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

*Зав. лаб. — член-корр. РАН А.М. Иваницкий*



*Слева направо: Г.А. Иваницкий — в.н.с., Р.А. Наумов — ст. лаб., Е.В. Мнацакян — с.н.с., О.Д. Кашеварова — инженер-программист, О.В. Сысоева — с.н.с., О.В. Мартынова — н.с., Г.В. Портнова — ст. лаб., А.О. Роик — аспирант; сидит А.М. Иваницкий — зав. лаб.*

Лаборатория высшей нервной деятельности человека была создана в 1987 году. Область ее научных интересов была определена директором института П.В. Симоновым как «Физиологические основы сознания», что звучало ново и престижно. Отвечая этим запросам, лаборатория сосредоточила свои исследования на развитии и экспериментальном обосновании гипотезы информационного синтеза. Данная концепция была предложена заведующим лабораторией А.М. Иваницким еще в 1970-е годы в результате исследования механизмов ощущений. В Институте

ВНД и НФ принцип информационного синтеза был распространен на механизмы мышления. Было показано, что при мышлении происходит конвергенция корковых связей к определенным полям ассоциативной коры. Возникающие в результате этого центры связей — фокусы взаимодействия — как предполагалось, производят синтез информации и поиск решения. Эти работы дали возможность сформулировать теорию сознания, согласно которой психические, то есть субъективно переживаемые, явления возникают на основе возврата нервных импульсов к местам первоначальных проекций и синтеза в отделах коры сенсорной информации с памятью и мотивацией. Несколько позднее сходные взгляды были высказаны рядом других ученых, и представления о возврате возбуждения (повторном входе) как основе сознания получили достаточно широкое признание.

Для понимания сущности и функции сознания важно знать в чем отличие автоматических, произвольных, и контролируемых сознанием мысленных действий. Этот вопрос был исследован применительно к механизмам понимания смысла слова. Показано, что в мозге работают две семантические системы: быстрая и медленная. Быстрая система различает написанные слова за 80—120 мс после их показа. Медленной системе нужно для этого 400—700 мс. В первом случае это время меньше времени возникновения ощущений, а во втором — значительно больше. Ведущую роль в автоматическом анализе играет правая, а в контролируемом сознанием процессе — левая лобная кора. Быстрая система используется при беглом чтении, медленная включается, когда необходимо привлечение дополнительных когнитивных ресурсов в случае, например, предъявления трудных слов. Две системы различаются также по их связи с памятью. Бы-

страя система хранит сведения преимущественно в латентной памяти узнавания, откуда информация может быть извлечена при наличии подсказки, а медленная — в активной эпизодической памяти.

Важной разработкой лаборатории является технология распознавания типа совершаемой в уме мыслительной операции по рисунку электрической активности мозга. Было установлено, что при мышлении происходит перестройка корковых ритмов, спектры которых высоко специфичны для данного вида мышления. Благодаря этому, используя специальную компьютерную программу в виде искусственной нейронной сети, можно с высокой точностью распознавать тип мышления по нескольким секундам одиночной записи ЭЭГ и в период времени, близкий реальному. Показано также, что рисунок вызванных потенциалов мозга различен при показе разных категорий объектов, правда, пока только по усредненным данным. Данное направление исследований в последние годы получило в мировой литературе условное название «чтение мозга», и лаборатория имеет здесь приоритетные разработки. Предполагается, что эти исследования могут иметь практический выход для предотвращения ошибок операторской деятельности, в медицине для целей диагностики и реабилитации больных, а также для создания интерфейсов «мозг—компьютер» высокого уровня.

Новым направлением работы лаборатории является изучение связи некоторых индивидуальных свойств личности с генотипом. Тем самым ставится задача преодолеть имеющийся разрыв в исследованиях мозга, проводимых на молекулярном и системном, поведенческом, уровнях с выстраиванием логической цепи «ген—медиатор—структура мозга—психическая функция». Работы проводятся в сотрудничестве с МГУ им. М.В. Ломоносова (коллектив, возглавляемый А.Г. Тоневицким), где проводится генетический анализ. Первые результаты показывают связь генотипа с такими психическими функциями как агрессивность, способность к самоконтролю и субъективный отсчет времени. Эти исследования также могут найти практический выход, в частности, в спорте высоких достижений для выбора способов тренировки и психологической подготовки спортсменов. По двум упомянутым выше направлениям установлены связи с клиническими и спортивными учреждениями.

#### Основные работы лаборатории

1. Иваницкий Г.А., Наумов Р.А., Иваницкий А.М. Технология определения типа совершаемой в уме мысленной операции по рисунку электроэнцефалограммы. Технологии живых систем. — 2007. Т. 4. В. 5-7. — 20-28 с.

2. Sysoeva O.V., Plyutchenok I.R., Ivanitsky A.M. Implicit and explicit brain systems of abstract and concrete words differentiation. *International Journal of Psychophysiology*, 2007. V. 65. P. 272-283.

3. Ivanitsky A.M., Ivanitsky G.A., Sysoeva O.V. Brain science: on the way to solving the problem of consciousness. *Int. Journ. Psychophysiol.* 2009. V. 73. No 2. Pp. 101-108.

4. Sysoeva O.V., Maluchenko N.V., Timofeeva M.A., Portnova G.V., Kulikova M.A., Tonevitsky A.G., Ivanitsky A.M. Aggression and 5HTT polymorphism in females: Study of synchronized swimming and control groups. *Int. J. Psychophysiol.* 2009. V. 72 (2). P. 173-178.

5. Иваницкий А.М. Наука о мозге на пути к решению проблемы самознания. — Вестник Российской академии наук, 2010. Т. 80. В. 5-6. — 447-355 с.

## ГРУППА ДВИГАТЕЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

(рук. — д.м.н. М.Е. Иоффе)

Группа двигательного обучения (ГДО) по идеологии и основной проблематике является «наследницей» Лаборатории двигательных условных рефлексов (ЛДУР), созданной при основании Института высшей нервной деятельности и руководимой член-корр. АПН проф. Г.В. Скипиным. Основным направлением исследований ЛДУР было изучение механизмов инструментальных рефлексов.

ЛДУР тесно сотрудничала с лабораторией акад. Ю. Конорского из Института экспериментальной биологии им. Ненцкого в Варшаве. В ЛДУР был разработан ряд новых методик инструментальных рефлексов, которые явились моделями формирования новых двигательных координаций в процессе обучения. В лаборатории работал активный молодой коллектив исследователей, включавший И.Б. Козловскую, Е.И. Плонскую, Р.Л. Винник, И.Ф. Асланову, О.Н. Васильеву, Н.Г. Иванову, М.И. Самойлова, М.Е. Иоффе.

При реорганизации Института ВНД в Институт ВНД и НФ в 1961 г. ЛДУР вошла в состав Лаборатории условных рефлексов, сохранив, однако, свое оригинальное направление. В 1986 году была создана независимая группа, а в 1988 году — Лаборатория двигательного обучения (ЛДО).

Еще в рамках ЛДУР зародилось новое направление исследований — анализ центральных механизмов реорганизации координаций при формировании новых движений в процессе обучения. Это направление стало основным в работе ЛДО. Среди основных результатов, полученных в рамках этого направления, выяснение специфической роли моторной коры в процессе реорганизации координаций: торможение синергий и координаций, мешающих формированию нового движения, а также детальный анализ паттерна реорганизованного движения. Впервые были начаты исследования роли красного ядра в процессе обучения. Была показана однонаправленность действия пирамидной и рубро-спинальной систем, описанная в то же время зарубежными учеными и ныне вошедшая во все руководства. В ЛДО исследовалась роль различных областей коры, ядер мозжечка и стволовых ядер в процессе реорганизации координаций при обучении. Одной из проблем, активно изучаемых в ЛДО, являлись нервные механизмы координации позы и движения и реорганизации врожденного рисунка перестройки позы в процессе обучения. В ЛДО была разработана методика реорганизации позного паттерна и показана роль моторной коры в этом процессе.

ЛДО имела развитые международные связи. В течение длительного времени ЛДО сотрудничала с лабораторией проф. Ж. Массьона из Национального центра научных исследований Франции. Были налажены связи с учеными США, Канады, Италии, Швеции. Сотрудники ЛДО активно участвовали в конференциях обществ «Motor control» и «Posture and Gait» и других международных конференциях.

В настоящее время ЛДО преобразована в ГДО. Наряду с традиционными исследованиями реорганизации координаций, одним из направлений, активно развиваемых в ГДО, являются исследования мозговой асимметрии в процессе двигательного обучения. Показано, что предпочтение конечности при выполнении пищедобывательных движений у крыс есть результат исходного предпочтения и обучения. Чем слабее исходное предпочтение, тем больше роль обучения в формировании реального предпочтения (Е.И. Микляева). Установлены различия в скорости обучения и устойчивости к переделке при исходном предпочтении правой и левой конечности. Выявлены различия параметров серии предварительных и заключительного движений в пробе (И.С. Сташкевич, М.А. Куликов). Обнаружена связь моторного предпочтения с уровнем дофамина в прилежащем ядре у крыс и показано, что изменение дофаминергической передачи в прилежащем ядре влияет на предпочтение передней конечности (С.Ю. Будилин с соавт.).

Другим направлением современной активности ГДО являются исследования механизмов двигательного обучения у человека в норме и в процессе реабилитации после мозговых пора-



*Проф. Г.В. Скипин*

жений (совместно с Отделением нейрореабилитации Научного центра неврологии, зав. проф. Л.А.Черникова). Показаны особенности обучения произвольному контролю позы у больных с поражениями внутренней капсулы, базальных ганглиев и мозжечка, различия в ходе реабилитации больных с поражениями правого и левого полушария. Показано, что больные с поражениями моторной системы не могут обучаться синергии точностного схвата без контроля зрения, тогда как у здоровых людей существенную роль при этом играет проприоцептивная референтная система. В настоящее время проводятся исследования обучения больных при реабилитации в условиях виртуальной реальности.

Всотрудничестве с Лабораторией нейробиологии моторного контроля Института проблем передачи информации (зав. — проф. Ю.С.Левик) исследуются функции моторной коры в процессе обучения с помощью транскраниальной моторной стимуляции.

ГДО участвует в программах ОБН «Механизмы физиологических функций: от молекулы до поведения», программе РАН «Фундаментальные науки — медицине», грантах РФФИ и РГНФ.



*Слева направо: М.Е. Иоффе, М.Е. Варга, Ж.П. Шуранова, О. Васильева, И.С. Сташкевич, В.Д. Смородинский, О.Г. Павлова, А. Александров, С.Ю. Будилин, Л. Ивлиев, Е.В. Плетнева*

Основные публикации последних лет:

1. Иоффе М.Е., Массьон Ж., Шмитц К., Виалле Ф., Ганчева Р. Специфическая функция моторной коры в реорганизации координаций при двигательном обучении у животных и человека. // Росс. физиол. журн., 2001, Т. 87. — №6. — С. 847-857.
2. Иоффе М.Е., Плетнева Е.В., Сташкевич И.С. Природа функциональной моторной асимметрии у животных: состояние проблемы. // Журн. высш. нервн. деят. 2002, Т.52, №1. — С. 5-16.
3. Иоффе М.Е.. Мозговые механизмы формирования новых движений при обучении; эволюция классических представлений. // Журн. высш. нервн. деят. 2003; 53(1):5-21.
4. Будилин С.Ю., Пасикова Н.В., Мидзяновская И.С., Иоффе М.Е.. Влияние введения апоморфина в прилежащее ядро на предпочтение передней конечности в манипуляционных движениях у крыс. // Журн. высш. нервн. деят. 2008. 58 (3): С. 339-344.
5. Сташкевич И.С.. Формирование и организация моторного предпочтения у крыс. Руководство по функциональной межполушарной асимметрии и межполушарным отношениям. Под редакцией профессора В.Ф. Фокина и чл.-корр. РАН И.Н. Боголеповой. — М.: Научный мир, 2009. — 124-141 с.
6. Казенников О.В., Солопова И.А., Талис В.Л., Иоффе М.Е. Преднастройка перед бимагуальной реакцией разгрузки: роль моторной коры в двигательном обучении. // Журн. высш. нервн. деят., 2006, 56. — № 5. — С. 603-610.
7. М.Е. Ioffe, K.I. Ustinova, L.A. Chernikova, M.A. Kulikov. Supervised learning of postural tasks in patients with poststroke hemiparesis, Parkinson's disease or cerebellar ataxia. Exp. Brain Res. 2006 Jan; 168(3):384-94.
8. М.Е. Ioffe, L.A. Chernikova, K.I. Ustinova. Role of cerebellum in learning postural tasks. The cerebellum, 2007; 6: 87—94.
9. М.Е. Ioffe, L.A. Chernikova, R.M. Umarova, N.A. Katsuba, M.A. Kulikov. Learning postural tasks in hemiparetic patients with lesions of left versus right hemisphere. Exp Brain Res. 2010, 201(4):753-61.



*Э.А. Костандов — сотрудник  
Института с 1950 года*

Наш институт был создан на основе решения печально знаменитой «Павловской сессии» не только для «творческого развития» учения о высшей нервной деятельности, но и, как подразумевалось, для организации борьбы с «антипавловцами», т. е. с теми физиологами, которые в чем-то отступали от догматически понимаемых взглядов И.П. Павлова. Поэтому во главе создаваемого института были поставлены два ортодоксальных ученика И.П. Павлова — Э.А. Асратян (директор) и А.Г. Иванов-Смоленский (зам. директора).

Судовлетворением следует отметить, что институт не запятнал себя «борьбой» с инакомыслящими в физиологии. Институтом не было проведено ни одного мероприятия (научная конференция, заседание Ученого совета и т. д.), которое могло бы отразиться на судьбе ученых, придерживавшихся других взглядов на механизмы поведения. Хотя в ту пору, 1950-1953 гг., их прово-

дилось множество, и они нередко имели организационные последствия. Более того, Э.А. Асратян пригласил сотрудников гонимого тогда Л.А. Орбели — В.Г. Самсонову, Л.М. Мкртычеву, Н.Ю. Алексеенко, создав для них лабораторию. Он хотел перевезти из Ленинграда в Москву и включить в состав Института и лабораторию Г.В. Гершуни, не смотря на то, что последний на Объединенной сессии подвергся серьезной критике за свои «антипавловские» взгляды. Это стало началом серьезного конфликта между Э.А. Асратяном и его заместителем А.Г. Ивановым-Смоленским, который закончился временным уходом Э.А. Асратяна из Института, к счастью временным. С 1952 по 1957 год Институтом руководил академик АМН СССР А.Г. Иванов-Смоленский.

Принципиально важной чертой Э.А. Асратяна, директора-организатора нашего Института, была небоязнь умных, самостоятельно мыслящих ученых, которые в каких-то областях физиологии могли знать больше, чем он. Были приглашены ученик А.А. Ухтомского В.С. Русинов, электрофизиолог М.Н. Ливанов. Они, наряду с коллективом В.Г. Самсоновой и, конечно, самого Э.А. Асратяна, в значительной степени определили научную и нравственную атмосферу Института. Это дало возможность Э.А. Асратяну за удивительно короткий срок создать эффективно действующий Институт, снижавший уважение и авторитет в научной среде.

Назначение М.Н. Ливанова главой Лаборатории электрофизиологии условных рефлексов животных и человека было вполне логичным, так как он был автором пионерских исследований по анализу изменений ЭЭГ при выработке условного рефлекса. На протяжении 35 лет коллективом развивались оригинальные представления М.Н. Ливанова о пространственной синхронизации корковой электрической активности при условнорефлекторной деятельности. Впервые в мире на основе принципа электронной коммутации был создан электроэнцефалоскоп, позволяющий регистрировать до 100 электрических процессов, за что М.Н. Ливанову была присуждена Большая золотая медаль на всемирной выставке в Брюсселе (1958 г.).

Идея системного подхода и пространственной сопряженности изменений электрических потенциалов в различных участках коры головного мозга, как показателя развития между ними функциональных связей, обеспечивающих интегративную деятельность, в последние годы весьма востребована мировой нейронаукой. Это произо-

шло в связи с созданием новой функциональной анатомии головного мозга человека в результате технологических достижений (фЯМР, ПЭТ).

После кончины М.Н. Ливанова с 1986 по 1992 гг. Лабораторию возглавлял его ученик К.К. Монахов, что дало возможность сотрудникам лаборатории развивать идеи своего учителя в экспериментах как на животных, так и на людях. К сожалению, как это нередко бывает, коллектив лаборатории не сумел сохраниться как единое целое: от нее отпочковались две новые лаборатории (под руководством Н.Е. Свидерской и Ю.А. Холодова), а часть сотрудников ушла в другие подразделения Института. Оставшуюся небольшую часть коллектива (В.Н. Думенко, Н.С. Курова, И.Я. Яковенко, Е.А. Черемушкин, М.К. Козлов), сохранившую на первых порах прежнее название лаборатории М.Н. Ливанова, в апреле 1993 г. возглавил Э.А. Костандов. Стало развиваться новое научное направление в русле современных положений когнитивной нейронауки, рассматривающих восприятие внешнего объекта как процесс сопоставления сенсорной информации с внутренним представлением о нем (установкой), хранящемся в рабочей памяти (роль нисходящих влияний из лобной коры в процессах опознания вербальных и невербальных стимулов, рабочая память, роль контекста в опознании, пластичность когнитивных функций). Использование экспериментальной модели зрительной установки дает возможность изучать актуальные вопросы современной психофизиологии. В качестве основного инструмента для изучения интегративной деятельности коры больших полушарий при зрительном восприятии продолжают использоваться традиционные для лаборатории исследования по пространственной синхронизации электрических потенциалов.

#### **Основные публикации последних лет**

##### **Монографии**

1. Думенко В.Н. Высокочастотные компоненты ЭЭГ и инструментальное обучение. — М.: Наука, 2006. — 151 с.
2. Костандов Э.А. Психофизиология сознания и бессознательного. — М., С.-П.: Питер, 2004. — 166 с.

##### **Статьи**

1. Костандов Э.А. Условнорефлекторное переключение и когнитивная установка. // Журн. высш. нерв. деят. им. И.П. Павлова. — 2003. Т. 53. — № 3. — С. 268-278.
2. Костандов Э.А., Фарбер Д.А., Мачинская Р.И., Черемушкин Е.А., Ашкинази М.Л., Петренко Н.Е.. Пространственная синхронизация корковой электрической активности на разных стадиях зрительной установки у детей дошкольного возраста. // Журн. высш. нерв. деят. им. И.П. Павлова. — 2006. Т. 56. — № 4. — С. 472-480.
3. Костандов Э.А., Курова Н.С., Черемушкин Е.А., Яковенко И.А., Петренко Н.Е., Ашкинази М.Л. Установка как регулирующий фактор в функции опознания эмоционального выражения лица. // Журн. высш. нерв. деят. им. И.П. Павлова. 2006. Т. 56. — № 5. — С. 581-589.
4. Костандов Э.А., Черемушкин Е.А., Козлов М.К. Вызванная синхронизация/десинхронизация корковой электрической активности на лицевые стимулы при формировании установки на эмоционально-отрицательное выражение. // Журн. высш. нерв. деят. им. И.П. Павлова. — 2009. Т. 59. — № 1. — С. 22-32.
5. Костандов Э.А. Влияние контекста на пластичность когнитивной деятельности. // Физиология человека. — 2010. — № 5. (будет опубликовано в августе)

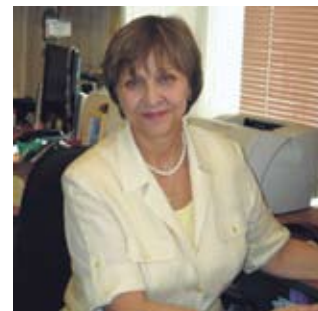
## ЛАБОРАТОРИЯ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИОЛОГИИ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

*Зав. лаб. — проф., доктор биологических наук Лебедева Наталья Николаевна*

Лаборатория была создана в 1970 г. С 1970 до 2006 гг. бессменным руководителем лаборатории был профессор Фролов Михаил Васильевич. С 2006 года лабораторией руководит Н.Н. Лебедева.

Основные направления исследований, проводимых лабораторией, посвящены изучению мозговой основы типичных функциональных состояний операторской деятельности (эмоциональное напряжение, утомление и т. п.) и измененных состояний сознания, с одной стороны, анализу состояний клинических больных (нарушения эмоциональной сферы, локальные поражения головного мозга и т. д.) — с другой.

В частности, исследуются закономерные влияния изменений указанных состояний на качество и разномодальные погрешности профессиональной деятельности (поведения). По результатам такого рода исследований формируются критерии диагностики и разрабатываются методы текущего контроля функциональных состояний. Полученная при этом диагностическая информация служит целям ограничения отрицательных и использования положительных влияний функционального состояния (ФС) на характеристики поведения.



*Н.Н. Лебедева*



*Сотрудники лаборатории в 1976 г.*

В Лаборатории разработана оригинальная концепция функционального состояния, определены его фундаментальные переменные (исходный комплекс функциональных свойств и качеств, потребность, входное воздействие) и основные функции (отражательная и регуляторная). При этом ФС служит обуславливающим фактором любой деятельности, в том числе — высшей нервной. Тем самым традиционное отношение «стимул—реакция» переводится в отношение «стимул—реакция—состояние».

На основе этой концепции в лаборатории разрабатываются методы контроля функциональной системы, основанные на учете изменений ФС ее компонентов и связей между ними. При этом наряду с другими используются как контактные (ЭЭГ, ЭКГ и т. п.), так и бесконтактные способы регистрации информативных показателей состояния, что позволяет осуществлять диагностику ФС сколь угодно долго, явно или скрытно, не внося при этом работаю-

щему человеку (пациенту клиники) физического и психологического дискомфорта. Методы контроля такого рода прошли апробацию в авиации, космонавтике, на транспорте и в клинике, в модельных экспериментах и т. п.

Кроме того, в лаборатории с 1997 г. ведутся исследования нейрофизиологических механизмов биологических эффектов низкоинтенсивных электромагнитных полей (ЭМП), в том числе, ЭМП мобильных телефонов.

### **Наиболее важные результаты научных исследований**

1. Показано, что известная формула Прайса и Баррелла, названная ими «общим законом человеческих эмоций», является частным случаем аналогичной, но более сложной зависимости, полученной нами, где устранены недостатки (например, возможность возникновения эмоции при полной информированности), присущие данному «закону». Вместе с тем, в указанной зависимости, имеющей нелинейный характер, могут быть выделены линеаризуемые участки, позволяющие использовать на них выражение, эквивалентное «формуле эмоций» П.В. Симонова. Однако в указанном выражении имеются коэффициенты, зависящие от величины самих переменных, что отличает его от «формулы» эмоций, внося в последнюю определенные коррективы.

2. Исследование гипноза, рассматриваемого в качестве возможной модели измененного состояния сознания, анализ фаз погружения в гипноз и вывода из него — показали наличие соответственно отрицательных и положительных скачкообразных сдвигов средней частоты СМ-колебаний электрических мозговых потенциалов относительно ее среднего значения.

3. Прослушивание субъектом классической музыки с интенсивностью на уровне тихого



*Сверху вниз, слева направо: М.В. Фролов,  
Г.Б. Милованова, Л.А. Потулова, О.А. Сидорова,  
Р.А. Марагей, А.В. Вехов*

му масштабе времени. Это позволяет, во-первых, использовать КГР отдельно в качестве показателя диагностики и, во-вторых, нивелировать указанные влияния при анализе потенциалов головного мозга в состояниях спокойного бодрствования и эмоционального напряжения.

6. Рассмотрены вопросы диагностики состояний операторов и больных депрессией по их речи.

7. В результате проведенных исследований показана высокая информативность речевого сигнала в диагностике психогенных пароксизмальных расстройств при выявлении феноменологических особенностей последних (панические атаки, демонстративные припадки).

В лаборатории в настоящее время работают 1 лауреат Государственной премии по науке и технике СССР, 1 лауреат Государственной премии по науке и технике РФ и 2 лауреата Премии Совета Министров СССР по науке и технике. За время существования Лаборатории сотрудниками было опубликовано 15 научных монографий, более 600 научных статей, получены 14 патентов.

#### **Монографии:**

1. Frolov M.V. Monitoring the functional state of human operator. Moscow: Nauka.1990. 208 p.
2. Фролов М.В., Милованова Г.Б. Электрофизиологические помехи и контроль состояния человека-оператора. — М.: Эдиториал УРСС, 1996. — 160 с.
3. Сидорова О.А. Нейропсихология эмоций. — М.: Наука, 2001. — 148 с.
4. O.V.Betskii and Lebedeva N.N. Low-Intensity Millimeter Waves in Medicine. — In: «Clinical Application of Bioelectromagnetic Medicine», USA, N-Y, Marcel Dekker, Inc., 2003, 30 pp.
5. Бецкий О.В., Кислов В.В., Лебедева Н.Н. Миллиметровые волны и живые системы. — М.: Сайнспрес, 2004. — 273 с.

#### **Статьи:**

1. Бецкий О.В., Лебедева Н.Н., Котровская Т.И. Динамика ЭЭГ-реакций человека при воздействии электромагнитного поля мобильного телефона в начальный период его использования // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, 2004. — № 8-9. — С. 4-10.
2. Фролов М.В., Милованова Г.Б., Мехедова А.Я. Влияние сопровождающей музыки на результаты операторской деятельности у лиц с различным уровнем тревожности // Физиология человека, 2005, Т.31. — №2. — С. 49-57.
3. Сидорова О.А., Куликов М.А. Опознание эмоций человеком по мимическим и вербальным эталонам в норме и при локальной патологии мозга // Журнал высшей нервной деятельности, 2007, Т.57. — № 3. — С. 354-361.
4. Фролов М.В., Потулова Л.А., Милованова Г.Б., Марагей Р.А. ЭЭГ-корреляты процесса распознавания зрительных стимулов при разном уровне информационной неопределенности // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, 2007. — № 11. — С. 2-11.
5. Лебедева Н.Н., Сидорова О.А., Марагей Р.А., Котровская А.Н. Фрактальный анализ речевого сигнала при различных эмоциональных состояниях в модельных экспериментах // Биомед. радиоэлектроника, 2010. — №1. — С. 3-8.

разговора, при которой, как было показано ранее, качество операторской (распознавательной) деятельности оптимизируется, приводит к существенным изменениям в диапазоне сверхмедленных колебаний, выделенных из ЭЭГ-отведений безартефактно при помощи преобразований Гильберта.

4. Показана противоположная динамика значимых ЭЭГ-параметров передних зон неокортекса при правильном и ошибочном опознании стимула в условиях различного зашумления последнего. Увеличение зашумления (до 20-25%) приводит к росту функциональной асимметрии полушарий мозга по уровню глобальной корреляционной размерности D2 (нелинейная характеристика ЭЭГ), особенно перед ошибочными действиями типа «ложная тревога».

5. В Лаборатории разработаны методы, позволяющие выделить КГР из ЭЭГ-отведений в близком к реально-

**ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙРОФИЗИОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ**  
*Зав. лаб. — к.б.н. В.А. Маркевич, сформирована в мае 1993 г.*



***В настоящее время состав лаборатории: научные сотрудники лаборатории (справа налево)***

***В.А. Маркевич, Р.Ш. Алтынбаев, Ю.В. Добрякова,  
В.А. Коршунов, В.А. Попов, Ш.С. Узakov,  
В.А. Зосимовский, И.Г. Силькис, И.Е. Кудряшов***

к.б.н. В.А. Зосимовский, к.б.н. В.В. Трубецкая, к.б.н. Н.В. Вебер, к.б.н. С.Ш. Рапопорт, к.б.н. И.Г. Силькис, а также руководимые ими аспиранты и студенты. За последние 5 лет в состав лаборатории вошли занимающийся исследованием механизмов синаптической пластичности к.б.н. И.Е. Кудряшов, Р.Ш. Алтынбаев, Ш.С. Узakov, к.б.н. Ю.В. Добрякова, стажер П.О. Униченко.

В разные годы в лаборатории работали и успешно защитили кандидатские диссертации аспиранты: О.Г. Богданова (руководители И.Г. Силькис и В.Л. Эзрохи); А.М. Касьянов (руководитель В.Л. Эзрохи); В.Ф. Сафиулина (руководитель В.Л. Эзрохи). В.А. Маркевич и В.Л. Эзрохи совместно с А.А. Фроловым являлись руководителями диссертационных работ сотрудников Института И.Р. Федотовой и Г.Б. Мурзиной.

Сотрудники лаборатории успешно сотрудничают с исследователями из других лабораторий Института и с зарубежными коллегами. В течение ряда лет осуществлялось сотрудничество с отделом нейронаук института психиатрии лондонского университета (руководитель В. Anderton); лабораторией нейроэвристики Университета в Лозанне, Швейцария (руководитель А. Villa); лабораторией нейробиофизики Института Жозефа Фурье в Гренобле, Франция (руководитель А. Villa); лабораторией LPPA, College de France, Париж, Франция (руководитель А. Berthoz); отдел нейробиологии обучения Института нейробиологии Магдебург, Германия (руководитель J.U. Frey).

**НАИБОЛЕЕ ЗНАЧИМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ  
СОТРУДНИКОВ ЛАБОРАТОРИИ**

На крысах в свободном поведении показано, что стимуляция серотонинергических дорзальных ядер шва или норадренергического голубого пятна способствуют частичному или полному восстановлению остаточной входо-специфичной длительной потенциации в поле

Основная задача, поставленная перед лабораторией, состоит в исследовании механизмов нейронной и синаптической пластичности, феномена, лежащих по широко распространенному мнению в основе обучения и памяти. Проблема обучения и памяти является одной из фундаментальных проблем физиологической науки. В последние десятилетия такие проявления синаптической пластичности, как длительная посттетаническая потенция и депрессия, интенсивно изучаются в ведущих лабораториях мира в экспериментах *in vivo* и *in vitro*. Исследуются условия и временные характеристики этих изменений, молекулярные механизмы, лежащие в их основе, участие тех или иных медиаторов, модуляторов и трансмембранных каналов в разных отделах мозга, а также связь с поведенческими реакциями при обучении.

Первоначально в состав лаборатории вошли следующие сотрудники из других лабораторий Института, исследующие механизмы синаптической пластичности в гиппокампе и новой коре при выполнении животными различных задач, в экспериментах на наркотизированных животных, а также на срезах: В.А. Коршунов, В.А. Попов, к.б.н. Н.В. Теннова, д.б.н. В.Л. Эзрохи,

CA1 гиппокампа и в зубчатой извилине (В.Л. Эзрохи, В.А. Коршунов, В.А. Зосимовский). Выявлено подкрепляющее влияние стимуляции латерального ядра гипоталамуса на потенциацию синапсов в корковом представительстве вибрисс при тетанизирующей стимуляции таламо- кортикального входа у свободноподвижных крыс (В.Л. Эзрохи, В.А. Коршунов, Л.Л. Воронин, М.И. Зайченко).

В экспериментах на свободно передвигающихся крысах при инструментальном обучении, требующем участия гиппокампа, показано, что изменения реактивности нейронов на пороговую стимуляцию внутригиппокампальных входов неспецифичны для этого вида обучения и скорее связаны не с пластичностью синапсов, а с изменениями частоты локальной афферентации (В.А. Коршунов).

В экспериментах с выработкой у крыс условно-рефлекторной реакции страха, в которой участвует гиппокамп, методом микродиализа обнаружено, что увеличение концентрации NO в гиппокампе связано не с процедурой обучения, а со стрессом, вызванным применением оборонительной методики (В.А. Коршунов совместно с сотрудниками лаборатории Н.В. Гуляевой).

В хронических опытах на крысах в поле CA1 гиппокампа после однократной стимуляции коллатералей Шаффера обнаружены вторая и третья волны возбуждения, что указывает на возможность реверберации (В.А. Зосимовский, В.А. Коршунов, В.А. Попов, Н.В. Теннова). Показано, что одним из условий возникновения реверберации является повышение синаптической эффективности, вызванное тетанизирующей стимуляцией внутригиппокампальных проекций (В.А. Зосимовский, В.А. Коршунов).

На транстенной линии мышей показано, что избыточная экспрессия гликоген синтазы — киназы 3-бета приводит к ингибированию длительной потенциации, что указывает на участие этого фермента в синаптической пластичности (В.А. Маркевич совместно с отделом нейронаук Института психиатрии Лондонского университета).

Методом оптической регистрации на срезах, включающих гиппокамп и энторинальную кору крыс, обнаружено, что одиночная стимуляция энторинальной коры, субикулума или зубчатой извилины, приводит к распространению возбуждения от зубчатой извилины к нейронам поля CA3 и затем к нейронам поля CA1 гиппокампа (В.Л. Эзрохи, Р.Ш. Алтынбаев, П.О. Униченко). На переживающих срезах гиппокампа выявлена «депривационная» потенция популяционных ответов нейронов поля CA1 и исследован механизм развития этой формы потенциации (В.А. Попов).

Разработана математическая модель восстановления длительной потенциации под действием нейромодуляторов, которая предполагает существование нескольких состояний кальций/кальмодулинзависимой протеинкиназы (Г.Б. Мурзина, В.Л. Эзрохи).

Предложен механизм взаимовлияний нейромодуляторов, участвующих в регуляции цикла сон—бодрствование, на основе чего указаны способы коррекции дневной сонливости, вызванной дофаминергическими препаратами при лечении болезни Паркинсона (И.Г. Силькис).

Разработан метод позволяющий регистрировать нейронную активность у животных при плавании в бассейне Морриса, который использован для исследований синаптической пластичности в гиппокампе при решении пространственных задач (В.А. Коршунов, Р.Г. Аверкин).

Разработан метод, сочетающий микродиализ с регистрацией нейронной и вызванной активности в точке забора диализата у свободноподвижных крыс и мышей, что позволяет выявлять корреляции между нейрохимическими и нейрофизиологическими перестройками при обучении (В.А. Коршунов).

Разработана методика измерения активности некоторых ферментов (NO-синтазы, каспазы-3, катепсина-В, нитритов/нитратов), участвующих в пластических перестройках активности нейронов в одном отдельно взятом срезе гиппокампа, на котором предварительно проводили электрофизиологические исследования (И.Е. Кудряшов, М.В. Онуфриев, Н.В. Гуляева).

В настоящее время в лаборатории продолжают выполняться исследования по программам: «Фундаментальные нейробиологические механизмы поведения и высших психических функций, памяти и обучения»; «Мультидисциплинарное исследование молекулярных механизмов нейродегенерации: от молекулярно-клеточных механизмов к патогенетически обоснованной терапии»; «Инновационные методы функционального картирования мозга в норме и патологии».

Результаты исследований сотрудников лаборатории опубликованы в следующих отечественных и зарубежных журналах: «Доклады Академии Наук», «Успехи физиологических наук», «Журнал высшей нервной деятельности», «Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова», «Биофизика», «Нейрохимия»; Brain Research, European Journal of Neuroscience, Journal of Neurophysiology, Neuroreport, Neuroscience, Journal of Neuroscience Research, Biosystems, Journal of Neuroscience Methods.

## ЛАБОРАТОРИЯ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ И ФИЗИОЛОГИИ ЭМОЦИЙ

*Зав. лаб. — д.б.н. Мержанова Галина Христофоровна*



*Сотрудники лаборатории условных рефлексов: Э.А. Асратян, Г.Т. Сахиулина, Б.И. Пакович, Л.П. Руденко, М.Е. Иоффе, У.Г. Гасанов, П.М. Балабан, П.В. Симонов, Р.К. Борукаев, Я.М. Прессман, М.Е. Варга, Л.И. Чилингарян, Ф.К. Даурова, И.Б. Козловская, Н.Г. Михайлова, Л.А. Преображенская, М.Н. Русалова, Р. Колотыгина, Г.Л. Ванецян, Е.К. Давыдова, Э.И. Долбакян, Г.Х. Мержанова, О.А. Максимова, Г.А. Григорьян, М.И. Зайченко, И. Тверицкая, В.М. Сердюченко, А. Берг, В.А. Фещенко, В.Н. Хохлова, В.Б. Дорохов, С.А. Ворошкевич, О.Г. Павлова, И.Я. Подольский*

Лаборатория условных рефлексов была создана в 1960 году Э.А. Асратяном, учеником академика И.П. Павлова, на основе руководимой им в течение 1952—1960 гг. физиологической лаборатории АН СССР. Впоследствии сотрудники лаборатории Э.А. Асратяна организовали несколько самостоятельных лабораторий. Это — лаборатория физиологии эмоций (зав. — д.м.н. П.В. Симонов), лаборатория двигательного обучения (зав. — д.м.н. М.Е. Иоффе), лаборатория клеточной нейробиологии обучения (зав. — д.б.н. П.М. Балабан), лаборатория нейронных и синаптических механизмов условного рефлекса (зав. — д.м.н. У.Г. Гасанов). В 1981 г. произошло объединение двух лабораторий (условных рефлексов и физиологии эмоций) в одну — лабораторию условных рефлексов и физиологии эмоций, которую возглавил академик **П.В. Симонов**. В настоящее время лаборатория существует под тем же названием, руководителем этой лаборатории с 2002 г. является доктор биологических наук **Г.Х. Мержанова**.

В первые годы работы лаборатории Э.А. Асратян большое внимание уделял компенсации нарушенных функций. В годы Великой Отечественной войны Э.А. Асратяном была разработана противошоковая жидкость, которая успешно применялась при лечении травматического шока у раненых. В лаборатории систематически изучались такие основополагающие феномены высшей нервной деятельности, как двусторонние условные связи, условнорефлекторное переключение, динамический стереотип. Взаимодействие прямых и обратных условных связей, как фундаментальный общейрофизиологический феномен



*Слева направо, сверху вниз: В.В. Сидорина, Е.П. Кулешова,  
О.О. Кислова, М.П. Рысакова, Г.А. Григорьян,  
Г.Х. Мержанова, И.В. Павлова,  
М.И. Зайченко, Г.Л. Ванециан, М.Н. Русалова,  
Л.А. Преображенская*

интегративной деятельности мозга, позволило понять рефлекторный механизм целенаправленного мотивированного поведения. Гипотеза двусторонней условной связи стала центральным пунктом для павловского подхода к объяснению как классических, так и инструментальных условных рефлексов. На основании многочисленных экспериментов был сделан вывод, что активация обратных условных связей настраивает соответствующий анализатор на селекцию строго определенных стимулов (механизм избирательного внимания). В системе этих представлений в качестве подкрепления рассматривался подкрепляющий рефлекс в целом, в том числе и его эмоциональные компоненты, а не только действие подкрепляющего раздражителя. Ис-

следования сотрудников проводились на высоком методическом уровне с использованием электрофизиологических методов (регистрация вызванных потенциалов, клеточной активности, электроэнцефалограммы, электрической стимуляции мозговых структур) в совокупности со сложными формами условнорефлекторной деятельности.

С 1981 года Лаборатория условных рефлексов и физиологии эмоций работала под руководством академика П.В. Симонова. Одна из проблем, которая интересовала П.В. Симонова, и в решение которой он внес замечательный вклад — это проблема физиологии эмоций. Исследование тонких механизмов мозга у него было тесно связано с проблемой сознания, с поиском ответов о свойствах человеческой души. Сотрудники лаборатории использовали широкий спектр методических приемов от сложных поведенческих моделей на животных до посттетанической потенциации и анализа реальных нейронных сетей. В лаборатории проводились исследования с применением нейрохирургических и нейрофармакологических методик на животных. Изучение сложных форм поведения сочеталось с электрофизиологическими и нейрофармакологическими методами исследования.

Выдвинутая П.В. Симоновым потребностно-информационная теория позволила по-новому взглянуть на механизмы возникновения положительных и отрицательных эмоций, на их роль в организации поведения, а также выяснить при этом функциональное значение ряда структур, прежде всего, лимбического мозга. В лаборатории изучались индивидуально-типологические особенности поведения человека и животных. Исследование последствий различных хирургических вмешательств привело к предположению о том, что индивидуальные особенности соотношения «информационной» системы (фронтальная кора, гиппокамп) с «мотивационной» (миндалины, гипоталамус) лежат в основе параметра экстра-интраверсии. Полученные в лаборатории данные на уровне организации нейронных сетей мозга животных подтвердили предположение П.В. Симонова о том, что индивидуально-типологические особенности поведения определяются

спецификой взаимодействия, прежде всего и главным образом фронтальной коры с лимбическими структурами: миндалевидным комплексом, гиппокампом и гипоталамусом.

Потребностно-информационная теория эмоций, основанная на экспериментальных данных сотрудников лаборатории, стала фундаментом для развития и пересмотра положений многих смежных областей науки, а также легла в основу появления новых разделов физиологии высшей нервной деятельности. Такой раздел, как нейроэтология позволила строго физиологически исследовать сложные отношения между животными при внутривидовом поведении, в рамках экспериментальной нейрофизиологии мотиваций и эмоций проанализированы закономерности и механизмы возникновения эмоционального стресса у человека, роль стресса в формировании невротических и психосоматических заболеваний. На основе этой теории разработан комплекс методов объективной оценки степени эмоционального напряжения у людей, выполняющих ответственную операторскую деятельность, предложены методы профилактики этого напряжения. Результаты экспериментов прошли проверку в клиниках нервных болезней и легли в основу мер профилактики заболеваний, психотерапии и других способов лечения больных. Обладая широким и разносторонним талантом, П.В. Симонов с сотрудниками, работающими на людях, сделал также немало важных психологических разработок, касающихся вопросов воли, свободы и сознания человека, межличностных взаимоотношений на объективной основе путем оценки формирования конкретных потребностей и мотивов.

В настоящее время в развитии идей П.В.Симонова темой лаборатории является «Нейробиологические основы индивидуального поведения животных и человека» (2005—2010). В наших исследованиях с применением разных методических приемов были обнаружены закономерности в организации индивидуального поведения и мозговой деятельности животных и человека. Согласно развиваемой нами гипотезы характер и особенности проявления адаптивного поведения определяются способностями мозга по-разному оценивать вознаграждающие свойства подкрепления. Это касается как ценности подкрепления, так и усилий, затраченных для его достижения (cost/benefit). Индивидуальные особенности наиболее ярко проявляются в случаях, когда присутствует **выбор**, при котором оцениваются и сравниваются между собой разные по величине, качеству или вероятности подкрепления. При этом на первый план выходят такие параметры оценки индивидуального поведения как импульсивность, самоконтролируемость, осторожность, склонность к риску, тревожность и др.

Для проверки высказанной гипотезы в лаборатории проводится комплексное исследование, включающее эксперименты на животных и человеке с помощью поведенческих, электрофизиологических и нейрохимических методов.

#### **Основные результаты сотрудников лаборатории за последние 5 лет**

**Импульсивность—самоконтролируемость:** определена ключевая роль сетевой деятельности нейронов структур мезолимбической системы мозга в организации импульсивного и самоконтролируемого поведения у кошек и крыс. Показана модуляция холинергической и дофаминергической системами мозга одиночной и сетевой деятельности клеток неокортекса при импульсивном и самоконтролируемом поведении (Г.Х. Мержанова, Е.П. Кулешова, В.В. Сидорина, М.И. Зайченко).

**Осторожность—рискованность:** показано, что выбор между вероятностью и ценностью подкрепления в ситуации неопределенности среды является способом исследования индивидуальных различий поведения животных. Исследование частоты выбора ценного подкрепления по мере уменьшения степени вероятности его получения позволило классифицировать собак на «осторожных», «рискованных» и «умеренно-рискованных» (Л.И. Чилингарян, Л.А. Преображенская, И.Н. Шергин).

При помещении животных (кроликов) в **эмоционально-негативные ситуации** без обучения также выявлялись индивидуально-типологические особенности поведения: одни животные придерживались активной, другие пассивной стратегии. Обнаружены особенности взаи-

модеиствия нейронов в миндалине, гиппокампе, теменно-височных областях неокортекса у активных и пассивных кроликов. Установлено, что латерализация мозга на уровне данных структур связана с индивидуально-типологическими особенностями животных и отражает готовность к определенным формам реагирования на эмоциональнозначимые раздражители (И.В. Павлова, М.П. Рысакова, Г.Л. Ванециан).

**Исследованы частотно-амплитудные характеристики ЭЭГ и индивидуально-типологические особенности человека.** Показано, что лица, обнаружившие высокие показатели эмпатии, отличаются более высокой способностью распознавания эмоций в голосе и имеют менее активированную электроэнцефалограмму, чем лица с низкими показателями сопереживания. (М.Н. Русалова, О.О. Кислова).

Полученные результаты имеют как фундаментальное значение, так и могут быть использованы в качестве метода диагностики индивидуальных особенностей поведения у животных и человека. Изучение нейрофизиологических основ типологических различий представляет несомненный интерес для научно обоснованной педагогики, профессиональной ориентации и психоневрологической клиники, а также при разработке моделей обучения и памяти.

### **Состав лаборатории условных рефлексов и физиологии эмоций на 2010г.**

**Зав. лаб. Г.Х. Мержанова.** Г.Л. Ванециан к.б.н., с.н.с.; Г.А. Григорьян д.б.н., в.н.с.; М.И. Зайченко к.б.н., с.н.с.; Е.П. Кулешова к.б.н., н.с.; И.В. Павлова д.б.н., в.н.с.; Л.А. Преображенская д.б.н., в.н.с.; М.Н. Русалова д.б.н., в.н.с.; О.О. Кислова к.б.н., н.с.; М.П. Рысакова (аспирант), В.В. Сидорина (аспирант), И.Н. Шергин (заочный аспирант).

1. Асратян Э.А. Рефлекторная теория высшей нервной деятельности. Избранные труды. — М.: Наука, 1983. — 325 с.

2. Симонов П.В. Мозг, эмоции, потребности, поведение. Избранные труды. Том 1. — М.: Наука, 2004. — 435 с.

3. Симонов П.В. Природа поступка. Избранные труды. Том 2. — М.: Наука, 2004. — 307 с.

4. Мержанова Г.Х. Локальные и распределенные нейронные сети и индивидуальность// Росс. физиол. журнал им. И.М. Сеченова. 2001. 87(6): 873-884.

5. Мержанова Г.Х., Долбакян Э.Е., Григорьян Г.А. Функциональная «связанность» нейронов фронтальной коры и гиппокампа в условиях холинергического дефицита при разной стратегии поведения//Ж. высш. нервн. деят. 2009. 59(6): 696-706.

6. Зайченко М.И., Мержанова Г.Х. Исследование проявлений «импульсивности» у крыс в ситуации выбора пищевого подкрепления разной ценности//Ж. высш. нервн. деят. 2010. 60(1): 56-64.

7. Кулешова Е.П., Залешин А.В., Сидорина В.В., Мержанова Г.Х. Влияние блокады дофаминергических рецепторов на разрядную и сетевую деятельность нейронов фронтальной и зрительной коры и поведение у кошек//Журн. высш. нервн. деят. 2010. 60(3): 309-320.

8. Павлова И.В. Взаимодействие нейронов гиппокампа и неокортекса в эмоционально-негативных ситуациях у активных и пассивных кроликов//Журн. высш. нервн. деят. 2009. 59(1): 75-86.

9. Рысакова М.П., Павлова И.В. Взаимодействие и характер импульсации нейронов миндалины кроликов при безусловном страхе, выражающемся в виде затаивания//Журн. высш. нервн. деят. 2009. 59(6): 691-704.

10. Кислова О.О., Русалова М.Н. Частотно-амплитудные ЭЭГ-показатели успешности распознавания эмоций в речи//Журн. высш. нервн. деят. 2009. 59(3): 281-287

11. Русалова М.Н. Функциональная асимметрия мозга и эмоции. Руководство по функциональной асимметрии. — М.: Научный мир, 2009. — 521—551 с.

12. Чилингарян Л.И., Преображенская Л.А., Мержанова Г.Х. Индивидуально-типологические особенности прогнозирования у собак во время выбора между вероятностью и ценностью подкрепления//Журн. высш. нервн. деят. 2010. 60(4): 428-435.

## ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙРООНТОГЕНЕЗА

*Заведующий — д.б.н., проф. В.В. Раевский*



В октябре 1976 года в Институте высшей нервной деятельности и нейрофизиологии АН СССР была сформирована Группа онтогенеза эволюции функций мозга, реорганизованная через год в Лабораторию онтогенеза функций мозга. Возглавила лабораторию доктор биологических наук, профессор Кира Васильевна Шулейкина. Первые сотрудники лаборатории принадлежали к научной школе академика Петра Кузьмича Анохина (к.б.н. Н.Г. Гладкович, Л.П. Дмитриева, к.м.н. В.В. Раевский, к.б.н. С.Н. Хаютин) и методологическую базу исследований коллектива составила теория системогенеза. Весьма скоро в лабораторию перешла одна из старейших сотрудниц Института доктор биологических наук Елена Владимировна Максимова. Елена Владимировна была прекрасным экспе-

риментатором, энциклопедически образованным ученым и удивительно добрым человеком. Ее приход существенно усилил лабораторию и способствовал формированию доброжелательного коллектива, нацеленного на научный поиск.

Практически сразу были сформулированы два основных научных направления, которые явились логическим продолжением блестящих исследований К.В. Шулейкиной. Ранее ею была выявлена фундаментальная закономерность онтогенеза, вошедшая в литературу как «смена ведущей афферентации». У новорожденного ребенка раннее пищевое поведение (сосание) осуществляется под контролем вкусовой чувствительности, но позднее ведущее значение вкуса утрачивается и тактильная афферентация с рецепторов языка становится более важной для регуляции сосания. Второе направление было связано с исследованием морфологических основ одного из важнейших принципов теории системогенеза — консолидации (объединения) разрозненно созревших структур в функциональные системы. Именно работы К.В. Шулейкиной по исследованию роли нисходящих путей спинного мозга в формировании первых реакций плода явились экспериментальным подтверждением этого принципа.

По первому направлению систематические исследования группы Сергея Наумовича Хаютина, проводившиеся в Приокско—Террасном заповеднике на птенцах мухоловки — пеструшки выявили преимущественное значение видоспецифической афферентации в организации ранних форм поведения и морфо-функциональные основы смены в онтогенезе ведущих афферентаций.

Исследование морфологических основ консолидации осуществлялось Натальей Григорьевной Гладкович. Работы В.В. Раевского были направлены на изучение нейрохимических механизмов консолидации. В декабре 1989 года после защиты С.Н. Хаютиным и В.В. Раевским докторских диссертаций по рекомендации К.В. Шулейкиной Лаборатория онтогенеза функций мозга была разделена на две: Лабораторию онтогенеза поведения (С.Н. Хаютин) и Лабораторию нейроонтогенеза (В.В. Раевский). В определенной степени это было формальное разделение. Тесная кооперация сотрудников осталась неизменной как и непререкаемый авторитет основателя лаборатории Киры Васильевны Шулейкиной. К сожалению, это продолжалось недолго — в 1991 году ушли из жизни Е.В. Максимова и С.Н. Хаютин, позднее лабораторию постигла еще одна утрата — скончалась научный сотрудник, большая труженица А.Д. Воробьева. В связи с кончиной С.Н. Хаютина в декабре 1991 года сотрудники Лаборатории онтогенеза поведения перешли в Лабораторию нейроонтогенеза. Объединенному коллективу удалось сохранить направление исследований, заложенных С.Н. Хаютиным. В значительной степени это произошло благодаря приходу

в лабораторию доктора биологических наук Татьяны Борисовны Голубевой, возглавившей это направление.

Общественно-политические изменения в стране 90-х годов отразились и на лаборатории: переехали на постоянное место жительства в США к.б.н. Н.Г. Гладкович и к.б.н. Л.П. Дмитриева. Организовал собственную фирму к.б.н. К.П. Будко. Вместе с ним ушел из лаборатории инженер А.А. Трифонов.

В настоящее время сотрудники лаборатории выполняют экспериментальные исследования на крысах линий Wistar и WAG/Rij, птенцах мухоловки-пеструшки. В арсенале коллектива следующие методы:

1. Объективное исследование поведения животных на основе компьютерного анализа движений.

2. Регистрация суммарной электрической активности мозга (ЭЭГ и вызванные потенциалы).

3. Исследование активности одиночных нейронов в сочетании с микроионофоретической аппликацией биологически активных веществ.

4. Морфологические методы изучения структуры мозга (световая и электронная микроскопия).

5. Гистохимические методы исследования медиаторных систем мозга и экспрессии ранних генов.

Целью научных исследований лаборатории является решение одной проблемы: значение эпигенетических факторов в формировании функций развивающегося мозга. Последнее время к исследованию факторов раннего постнатального онтогенеза, традиционного для лаборатории, прибавилось изучение пренатальных факторов — значение сна во время беременности для формирования механизмов, обеспечивающих выживание новорожденного (д.б.н. Марина Леонидовна Пигарева).

На основании результатов, полученных сотрудниками лаборатории, сформулирована концепция «онтогенетических ниш», которая более полно характеризует особенности индивидуального развития и конкретизирует общность эволюционного и онтогенетического процессов. Постулируется, что онтогенез — последовательная смена определенных этапов развития, каждый из которых отличается совокупностью адаптивных механизмов, адекватных данному периоду онтогенеза (онтогенетическая ниша). Переход от одной стадии к другой характеризуется:

1. Формированием новых возможностей адаптации к окружающей среде.

2. Реорганизацией ранее сформированных механизмов адаптации в соответствие с новым этапом онтогенеза.

3. Элиминацией структур и механизмов, эффективных на предыдущей стадии развития, но утративших адаптационную роль на новом этапе онтогенеза.

Лаборатория подготовила 3-х докторов и 10 кандидатов наук.

Сотрудники лаборатории плодотворно сотрудничали и сотрудничают с иностранными коллегами из Чехословакии, Германии, Финляндии, Швеции, США, Англии, Испании, Нидерландов.

Основные публикации:

1. Шулейкина К.В. В кн. Эволюция физиологических функций. — М.-Л, 1960. — 116-121 с.

2. Хаютин С.Н., Дмитриева Л.П. Организация раннего видоспецифического поведения. — М.: Наука, 1991. — 231 с.

3. Раевский В.В. Онтогенез медиаторных систем мозга. — М.: Наука, 1991. 144 с.

4. Раевский В.В., Тегетмайер Г., Будко К.П., Раевский В.В. Разрушение катехоламинергической системы у новорожденных крысят препятствует формированию холинергической иннервации неокортекса//Журн. высш. нервн. деят. 1992, 42. С. 396-399.

5. I.M. Podkletnova V.Raevsky, H.Alho. Reduction of GABA-ergic transmission and alterations in behavior after 6-OHDA treatment of rats. *Developmental Brain Research.*, 1996, 94, 197-204.

6. V. Raevsky, M.Zarei, G. Dawe, J. Stephenson. Changes in sensitivity of cholinergic and adrenoceptors during transhemispheric cortical reorganisation in rat SmI. *Brain Research*, V.888, №2 2001, 267-274.

7. Раевский В.В. Реорганизация функциональных систем в онтогенезе//Журн. Эвол. Биохим. Физиол. 2002, Т. 38. — № 5. — С. 502-506.

8. Olga F. Lazareva, Anna A. Smirnova, Maria S. Bagozkaja, Zoya A. Zorina, Vladimir V. Rayevsky, and Edward A. Wasserman. Transitive responding in hooded crows requires linearly ordered stimuli. *Journal of the experimental analysis of behavior* 2004, 82, number 1, 1—19.

9. Pigarev I.N., Almirall H., Pigareva M.L. Cortical evoked responses to magnetic stimulation of macaque's abdominal wall in sleep-wake cycle. *Acta Neurobiol. Exp.(Wars)*. 2008. 68(1): 91-96.

10. Sitnikova E, van Luijtelaaar G. Electroencephalographic precursors of spike-wave discharges in a genetic rat model of absence epilepsy: power spectrum and coherence EEG analyses. *Epilepsy Res.*, 2009. 84(2-3): 159-171.

## ЛАБОРАТОРИЯ МОЛЕКУЛЯРНОЙ НЕЙРОБИОЛОГИИ

*Зав. лаб. — к.б.н. Саложин Сергей Владимирович*



*Справа налево: С.В. Саложин, А. Большаков, Г.Р. Тухбатова, Т. Михайлова, О. Давыдова*

Лаборатория молекулярной нейробиологии организована в институте в январе 2010 года. На данный момент коллектив лаборатории ведет работу по двум основным направлениям:

**1. Создание тканеспецифичных лентивирусных трансгенных моделей для исследования роли нейротрофических факторов в развитии нейродегенерации.**

Изменение уровня экспрессии нейротрофических факторов (например, фактора роста нервов) является характерной чертой многих нейродегенеративных заболеваний, поэтому наличие инструмента, позволяющего менять уровень экспрессии факторов роста в определенных структурах мозга, является очень важным как для моделирования, так и для разработки подходов к компенсации патологий нервной системы. В лаборатории молекулярной нейробиологии отработана методика лентивирусной трансдукции *in vivo* —

наиболее эффективный на сегодняшний день метод переноса генов в центральную нервную систему. Данный метод предоставляет уникальную возможность — путем стереотаксической инъекции суспензии лентивирусов в подкорковые ядра или целые области коры головного мозга хронически повышать или понижать в них уровень того или иного белкового фактора, медиатора и т. д. Сочетание данного подхода с традиционными электрофизиологическими, биохимическими экспериментами, а также с исследованием поведения позволяет получать более подробную и корректную информацию об участии исследуемого фактора в физиологических процессах. В рамках текущих исследований мы проводим эксперименты, направленные на локальное изменение экспрессии нейротрофических и нейропротекторных белков в мозге животных при моделировании нейродегенеративных заболеваний.

**2. Исследование неапоптотической роли каспазы 3 в клетках нервной системы.**

Согласно традиционным представлениям семейство цистеиновых протеаз, называемых «каспазы», играет ключевую роль в процессе запрограммированной клеточной гибели. Принято считать, что после активации ферментов данного семейства процесс гибели становится необратимым. Однако, в последнее время растет число научных статей, посвященных неапоптотической функции каспаз. Работа лаборатории направлена на исследование неапоптотической роли каспазы 3 в центральной нервной системе. Особый интерес представляют пути регуляции активности каспазы 3 и участие фермента в процессах пластических перестроек клеток нервной системы.

В результате применения лентивирусной технологии доставки генетического материала в локальные области мозга предполагается создание на животных моделей нейродегенерации для исследования молекулярно-генетических механизмов патогенеза с возможностью оптического контроля степени экспрессии перенесенных генов.

Основные публикации:

1. Саложин С.В., Большаков А.П. Трансфекция клеток нервной системы. ЖВНД, т. 59. — №1, 2009.

2. Salozhin SV, Prokhorchuk EB, Georgiev GP. Methylation of DNA—one of the major epigenetic markers. *Biochemistry (Mosc)*. 2005 May; 70(5):525-32. Review.

## ЛАБОРАТОРИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НЕЙРОЦИТОЛОГИИ

*Зав. лаб. — д.б.н. Свинов Михаил Михайлович*



*Слева направо: В.П. Реутов, Н.В. Пасикова, М.М. Свинов, Н.С. Косицын, Н.А. Логинова, Д.А. Волкова, Г.И. Шульгина, В.Н. Мац, Е.В. Лосева*

В 1984 году была основана Лаборатория ультраструктурных и цитохимических основ условного рефлекса. Ее заведующим стал заслуженный деятель науки РФ, д.б.н., проф. Косицын Николай Степанович. Лаборатория функциональной нейроцитологии образована в 2007 году в результате объединения Лаборатории ультраструктурных и цитохимических основ условного рефлекса и Лаборатории функциональной нейроморфологии.

Исследования в лаборатории ведутся в русле традиционно сильного направления в нашем Институте, основанного Э.А. Асратяном, В.С. Русиновым,

М.Н. Ливановым: анализ основ высшей нервной деятельности с использованием современных методик электрофизиологии и функциональной нейроцитологии при учете данных патологии и клиники. Наряду с этим применяются экстремальные и патологические воздействия на мозг, наиболее часто встречающиеся в клинической практике: циркуляторная и гипобарическая гипоксия, экспериментальный инсульт, локальное выключение отдельных функционально значимых участков коры больших полушарий и ее отдельных клеточных элементов. Структуры мозга изучаются методами электронной, световой микроскопии и цитохимии, основное внимание уделяется дендритам, межнейронным контактам, особенно аксо-дендритическим синапсам и нейродегенеративным изменениям в цитоплазме нейронов и глии. Функциональное состояние коры тестируется по ее электрической активности и условно-рефлекторным поведенческим реакциям. Предлагаемый структурно-функциональный подход дает возможность разрабатывать подходы к фармакологической и физиологической коррекции функций нормального мозга и лечения патологий.

В качестве средств, корректирующих нейродегенеративные изменения, в лаборатории используются новые нейротрофические факторы, выделенные из коры больших полушарий, и пересадка стволовых клеток различного генеза. В ходе проводимых исследований был получен ряд фактов, расширяющих существующие представления о функционировании отдельных элементов коры головного мозга, как в норме, так и в условиях экспериментальной патологии. Были получены новые данные о специфике паттернов метаболической реакции нейронно-глиальных комплексов отдельных областей и слоев коры при обучении, стрессе и воздействии биологически активных веществ.

Выявлены ультраструктурные основы адаптивных изменений в нервных клетках и синапсах при действии экстремальных факторов. Установлена связь этих ультраструктурных перестроек с изменениями в ЭЭГ и в условно-рефлекторном поведении. Показано, что наиболее реактивной структурой нервной клетки являются дендриты и аксо-дендритические связи. Разработанные методы функционального выключения дендритов показали, что повреждение проксимальных отделов апикальных дендритов пирамидных нейронов коры ведет к нарушению условно-рефлекторной деятельности. Структурная модификация дистальных дендритов поверхностных слоев приводит к нарушению неспецифической активации коры, которая, как известно, является необходимым элементом в процессе обучения и формирования памяти.

Параллельная регистрация ЭЭГ, ВП, активности отдельных нейронов и поведения позволила определить основы нейрофизиологического и нейромедиаторного обеспечения нервных процессов возбуждения, торможения и растормаживания при выработке оборонительных и тормозных условных рефлексов. Классическими гистологическими и иммуноцитохимиче-

скими методами окраски показано, что при ишемизации переднего мозга в первую очередь страдают мелкие тормозные нейроны, что приводит к нарушению тормозных процессов и значительным изменениям поведения.

Применение пересадки культивированных нейральных стволовых клеток в головной мозг крысы, нейротрофических факторов и малых доз NO-генерирующих соединений оказывает нейропротекторное действие и уменьшает поведенческий и неврологический дефицит, обусловленный ишемией мозга. Нейропротекторное действие малых доз NO-генерирующих соединений связано с перераспределением белка из растворимого в мембранно-связанное состояние, изоляцией синаптических пузырьков вследствие образования конгломератов и пролиферацией цистерн гладкого ретикулума.

На протяжении многих десятков лет лаборатория обеспечивает морфологический контроль, непосредственно участвуя в фундаментальных исследованиях научных подразделений Института.

За время существования лаборатории было подготовлено 8 докторов наук и более 20 кандидатов наук, выпущено 6 монографий. Монография Н.С. Косицына «Микроструктура дендритов и аксодендритических связей в ЦНС» была отмечена Президиумом АМН СССР премией имени Б.И. Лаврентьева. Сотрудники лаборатории ведут большую работу по пропаганде современных достижений в области изучения мозга среди биологов, врачей, а также студентов медико-биологических, психологических и педагогических специальностей.

#### Состав лаборатории:

Свинов Михаил Михайлович — рук. лаб., к.б.н.

Косицын Николай Степанович — гл.н.с., д.б.н., проф.

Шульгина Галина Ивановна — в.н.с., д.б.н.

Лосева Елена Владимировна — гл.н.с., д.б.н.

Реутов Валентин Палладиевич — в.н.с., д.б.н.

Мац Валентина Николаевна — с.н.с., к.б.н.

Акимов Юрий Анатольевич — с.н.с., к.б.н.

Голобородько Евгений Владимирович — н.с., к.м.н.

Курская Оксана Васильевна — н.с., к.б.н.

Логинова Надежда Александровна — ст. лаб. с в/о

Волкова Дарья Анатольевна — асп.

Охотников Николай Васильевич — инж.-прог. III кат.

Попков Сергей Павлович — гл. механик

#### Основные публикации:

1. Косицын Н.С. Микроструктура дендритов и аксодендритических связей в центральной нервной системе. — М.: Наука, 1976. — 176с.

2. Косицын Н.С. Нервная клетка — здоровая и больная. — М.: Знание, 1987. — 64 с.

3. Мац В.Н. Нейроно-глиальные соотношения в неокортексе при обучении. — М.: Наука, 1994. — 94 с.

4. Реутов В.П., Сорокина Е.Г., Косицын Н.С., Охотин В.Е. Проблема оксида азота в биологии и медицине и принцип цикличности. — М.: Едиториал УРСС, 2003. — 96 с.

5. Косицын Н.С., Свинов М.М. Патология нейрона. 2009, «Патофизиология». — М.: Дрофа, под ред. М.А. Адо. — 299-312 с.

6. Kositzyn N.S., Serduchenko V.M. Functional Contribution of dendrites of cortical Pyramidal neurons to conditioned behavior. *Physiologia Bohemoslovica*, 1985, v.34, pp. 75-78.

7. Косицын Н.С., Свинов М.М. ЭЭГ-показатель нарушения и восстановления структуры дендритов плексиморфного слоя коры мозга//Бюлл. экспер. биол. мед., 1991, Т.4, С. 346-348.

8. Косицын Н.С., Пасикова Н.В. Специфика структурных фазных перестроек в участке коры больших полушарий мозга при полной длительной нейрональной изоляции. ДАН 2001, 376, 6, 833-835

9. Shulgina G.I. The neurophysiological validation of the hyperpolarization theory of internal inhibition. *The Spanish journal of psychology*. 2005, vol. 8, № 1, 86-99.

10. Loseva E., Yuan T.F., Karnup S. Neurogliogenesis in the mature olfactory system: a possible protective role against infection and toxic dust. *Brain Res Rev*. 2009 Mar; 59(2):374-87.

## ЛАБОРАТОРИИ ПСИХОФИЗИОЛОГИИ

*Зав. лаб. — д.б.н., проф. Стрелец Валерия Борисовна*



*Слева направо: А.А. Варламов, Е.А. Луцкина,  
В.М. Верхлютов, Ю.В. Орехов, Ж.В. Гарах,  
В.Б. Стрелец, В.Ю. Новотоцкий-Власов, А.Б. Ребрейкина,  
А.В. Масленникова, И.В. Марьяна, Т.К. Школьник*

**Лаборатории психофизиологии** в Институте высшей нервной деятельности вскоре исполняется 10 лет. Она была сформирована в 2001 году по предложению академика И.А. Шевелёва, возглавлявшего в то время Институт; заведующей лабораторией была избрана профессор Стрелец Валерия Борисовна, которая и руководит ею по настоящее время.

Особенностью научного направления лаборатории является то, что она изучает высшие нервные функции человека не только в норме, но и при ряде нервных и психических расстройств (шизофрения, депрессия, стресс).

**Основными достижениями** лаборатории являются исследования, проведенные на клинической базе Института психиатрии Минздравсоцразвития РФ, показавшие отличия в организации корковых связей в норме и при шизофрении. В норме при выполнении когнитивных тестов, арифметических или пространственных задач образуются обширные нейронные сети, охватывающие множество областей коры головного мозга. Однако, у больных шизофренией эта согласованная, совместная деятельность нарушена. Впервые в наших исследованиях показано снижение при шизофрении межполушарных функциональных

связей по самому быстрому ритму мозга — гамма-ритму, играющему важную роль в обеспечении когнитивных функций. Такие нарушения, характеризующие «функциональное расщепление» полушарий, могут лежать в основе некоторых проявлений шизофрении. Эти результаты вызвали значительный интерес в нашей стране и за рубежом.

Исследование нейрофизиологических механизмов раннего детского аутизма показало, что некоторые особенности ЭЭГ при когнитивной нагрузке могут служить предикторами развития позитивных или негативных симптомов шизофрении.

Другим достижением явилось описание нарушения связей при депрессии между задними областями коры мозга, принимающими информацию от органов чувств, и передними областями коры, осуществляющими принятие решений и отдачу моторных команд. Эти нарушения могут лежать в основе таких проявлений заболевания, как моторная и идеаторная заторможенность.

Выявлены индивидуальные психофизиологические характеристики реакций организма человека на стресс, определяемые влиянием исходного уровня корковой активности. Общая реакция на стресс определялась повышенной активацией правого переднего коркового квадранта, связанного с регуляцией отрицательных эмоций. Однако у лиц с исходно высоким исходным уровнем корковой активации этот повышенный уровень сохранялся и в постстрессовый период, что позволяет отнести этих лиц в группу риска в отношении развития психосоматических заболеваний и депрессии.

Данные, полученные при изучении вызванных потенциалов (ВП) или, точнее, потенциалов, связанных с событиями, при выполнении вербального задания в ситуации экзаменационного стресса, показали, что в этом состоянии при восприятии неожиданных, недавно изученных стимулов было выявлено увеличение амплитуды как относительно ранних (N170, P170), так и поздних (N400, P400) компонентов ВП. Эти факты могут свидетельствовать о перераспределении ресурсов внимания и памяти в условиях когнитивной нагрузки при стрессе.

С помощью ВП мозга показано, что в восприятии слов и псевдослов можно выделить два этапа переработки мозговой информации. На более раннем этапе происходит оценка семантической значимости стимула (слово/псевдослово), тогда как на более позднем этапе, выраженным волной P300, отражается преимущественно релевантность, то есть связь стимула с выполнением задания по инструкции. При этом на обоих этапах большая активация происходит в левом полушарии, что, по-видимому, связано с расположением в нем речевых зон Вернике и Брока.

Исследование ВП на хорошо знакомые и недавно изученные слова показало, что последние не всегда анализируются адекватно. Предполагается, что в процессе переработки давно знакомой информации участвуют как произвольные, так и произвольные автоматические когнитивные процессы, тогда как при восприятии недавно изученной информации ведущая роль принадлежит произвольным механизмам, по-видимому, из-за недостаточной сформированности нейронных сетей, связанных с автоматической произвольной переработкой этих стимулов.

Модифицирована классическая звуковая «оддбол» парадигма тем, что к обычным двум стимулам (редким целевым и частым нецелевым, различающимся по высоте) добавили третий, нецелевой, столь же редкий, что и целевой, и отличающийся по высоте звука от фонового стимула в той же степени, что и стимул-цель. Эти исследования впервые показали, что в данной парадигме компонент P300, регистрирующийся в передних мозговых областях, отражает не только новизну (что описано в литературе), но и релевантность.

За 10 лет в лаборатории защищено 5 кандидатских диссертаций. Были получены грант Европейского Союза INTAS совместно с английскими и швейцарскими коллегами, два португальских гранта VIAL, а также гранты ГРНФ, РФФИ и гранты Президиума РАН «Фундаментальные науки — медицине».

#### **Список сотрудников лаборатории психофизиологии:**

1. Стрелец Валерия Борисовна — заведующая лабораторией, доктор медицинских наук, профессор.
2. Верхлютов Виталий Михайлович — старший научный сотрудник, кандидат медицинских наук.
3. Гарах Жанна Валерьевна — старший научный сотрудник, кандидат биологических наук.
4. Лушекина Елена Андреевна — старший научный сотрудник, кандидат биологических наук.
5. Варламов Антон Алексеевич — научный сотрудник, кандидат биологических наук.
6. Магомедов Рустам Арсенович — научный сотрудник, кандидат медицинских наук.
7. Новотоцкий-Власов Владимир Юрьевич — научный сотрудник, кандидат биологических наук.
8. Орехов Юрий Валерьевич — младший научный сотрудник, кандидат биологических наук.
9. Ребрейкина Анна Борисовна — младший научный сотрудник, кандидат биологических наук.
10. Марьина Ирина Викторовна — старший лаборант.
11. Школьник Татьяна Константиновна — старший лаборант.
12. Журавлев Алексей Павлович — лаборант.
13. Егорова Мария Евгеньевна — аспирант.
14. Масленникова Александра Валерьевна — аспирант.

#### **Основные публикации:**

1. Strelets V.B., Novototsky-Vlasov V.Y., Golikova J.V. Cortical connectivity in high frequency beta-rhythm in schizophrenics with positive and negative symptoms. // *Int. Journ. Of Psychophysiol.*, 2002, N 44, pp. 101 — 115.
2. Strelets V., Faber P.L., Golikova J., Novototsky-Vlasov V., Lehmann D., Gruzelier J. Chronic schizophrenics have shortened EEG microstate durations. // *Clinical Neurophysiology*. 2003. Vol. 114, N 11, pp. 2043 — 2051.
3. Стрелец В.Б., Гарах Ж.В., Новотоцкий-Власов В.Ю. Сравнительное исследование гамма-ритма в норме, экзаменационном стрессе и у больных с первым приступом депрессии // *Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова*. 2006. т.56. — №2. — С. 219-227.
4. Ребрейкина А.Б., Новотоцкий-Власов В.Ю., Стрелец В.Б. Отражение в вызванном потенциале процессов переработки зрительно предъявляемых вербальных стимулов // *Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова*, 2008. т. 58. — №3. — С. 294 — 301.
5. Магомедов Р.А., Гарах Ж.В., Орехов Ю.В., Зайцева Ю.С., Стрелец В.Б. Гамма-ритм, позитивные, негативные симптомы и когнитивная дисфункция при шизофрении // *Ж. неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2010. — №1. — С. 78 — 83.

## ЛАБОРАТОРИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ НЕЙРОБИОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ

*Зав. лаб. — д.б.н., к.ф.-м.н. Фролов Александр Алексеевич*



*Слева направо: И.Р. Федотова, Г.Б. Мурзина, И.Ф. Смирнитская, В.Ю. Роцин, А.А. Фролов, Е.В. Бирюкова, М.Е. Курганская, И.П. Воробьев, Р.А. Прокопенко, М.А. Куликов*

Лаборатория математической нейробиологии обучения была создана в 1970 году вначале как Группа физиологической кибернетики. В 1978 году группа получила статус лаборатории, а в 1989 году получила современное название. С 1972 года руководит лабораторией д.б.н., к.ф.-м.н., профессор А.А. Фролов. В настоящее время в лаборатории работает 9 сотрудников: 4 к.ф.-м.н, 3 к.б.н. и 2 н.с. без степени.

С начала создания и до начала 90-х основной обязанностью лаборатории было оказание помощи сотрудникам Института в обработке и анализе получаемых экспериментальных данных на общеинститутских вычислительных машинах, техническое обслуживание

которые также входило в обязанности лаборатории. В настоящее время основной обязанностью лаборатории является разработка математических моделей работы мозга и создание математических методов анализа нейрофизиологических экспериментальных данных.

Исследования лаборатории сосредоточены в основном на следующих трех направлениях: нейронные модели ассоциативной памяти, модели двигательного управления и биофизические модели синаптической пластичности.

Основными достижениями по первому направлению являются:

1. Расчет информационной емкости нейронной сети при различных механизмах ее пластичности.
2. Исследование основных особенностей нейродинамики в аттракторных нейронных сетях при разреженном кодировании.
3. Создание модели нейронной сети, способной формировать нейронные ансамбли, кодирующие объекты внешнего мира без учителя, только на основе учета статистических особенностей сигналов, поступающих в мозг от этих объектов.
4. Создание на основе такой сети универсального статистического метода булевского факторного анализа.

В области моделирования двигательного управления получены следующие основные результаты:

1. Разработаны алгоритмы и программы, позволяющие регистрировать движение многозвенных биомеханических систем и определять его кинематику в терминах вращений звеньев вокруг анатомических осей в суставах.
2. Разработаны методы вычисления силовых моментов в суставах на основе решения обратной задачи динамики.
3. Исследованы особенности управления позой и движением для прямоходящего человека.

Показано, что независимыми объектами двигательного управления являются двигательные синергии, соответствующие собственным векторам уравнения движения.

4. Исследованы особенности высокоточных рабочих движений руки — ударов молотком по камню в процессе его обработки — в зависимости от степени овладения двигательным навыком.

5. Разработаны методы диагностики различных двигательных нарушений неврологической или хирургической природы. На основе этих методов разработаны процедуры ранней диагностики болезни Паркинсона и коксартроза тазобедренного сустава, а также методы оценки хода реабилитации после операций на пальцах руки.

В области моделирования биофизических механизмов синаптической пластичности получены следующие основные результаты:

1. Создана модель долговременной потенциации и депрессии на основе фосфорилирования синаптических рецепторов. Модель учитывает основные мембранные и внутриклеточные биофизические и биохимические процессы, протекающие при фосфорилировании.

2. На основе этой модели объяснено, почему сходные изменения на уровне нейронной активности приводят к различным последствиям на уровне синаптической пластичности в гиппокампе и мозжечке.

3. Созданная модель, учитывающая наличие рецепторных кластеров, позволяет объяснить долговременное (в течение жизни) существование эффективных синаптических связей, которые могут лежать в основе памяти и обучения.

В течение последних нескольких лет лаборатория занималась разработкой и исследованием интерфейса мозг—компьютер (ИМК), т. е. системы непосредственного управления внешними техническими устройствами, сигналами мозга, минуя естественные для этого мышечные усилия. В настоящее время исследуется возможность применения ИМК для реабилитации больных с серьезными двигательными нарушениями.

В течение многих лет лаборатория сотрудничает с лабораториями Франции и Чешской республики и имеет с ними множество совместных публикаций в международных научных журналах.

### **Основные публикации**

#### **Монографии:**

1. Фролов А.А., Муравьев И.П. Нейронные модели ассоциативной памяти — М.: Наука, 1987. — 160 с.

2. Фролов А.А., Муравьев И.П. Информационные характеристики нейронных сетей — М.: Наука, 1988. — 160 с.

#### **Статьи:**

1. Alexandrov AV, Frolov AA, Massion J. Biomechanical analysis of movement strategies in human forward trunk bending. I. Modeling. *Biol Cybern.* 2001 Jun; 84(6):425-34.

2. Alexandrov AV, Frolov AA, Massion J. Biomechanical analysis of movement strategies in human forward trunk bending. II. Experimental study. *Biol Cybern.* 2001 Jun; 84(6):435-43.

3. Alexandrov AV, Frolov AA, Horak FB, Carlson-Kuhta P, Park S. Feedback equilibrium control during human standing. *Biol Cybern.* 2005 Nov; 93(5):309-22.

4. Biryukova EV, Roby-Brami A, Frolov AA, Mokhtari M. Kinematics of human arm reconstructed from spatial tracking system recordings. *J Biomech.* 2000 Aug; 33(8):985-95.

5. Prokopenko RA, Frolov AA, Biryukova EV, Roby-Brami A. Assessment of the accuracy of a human arm model with seven degrees of freedom. *J Biomech.* 2001 Feb; 34(2):177-85.

6. Frolov AA, Dufosse M, Rizek S, Kaladjian A. On the possibility of linear modelling the human arm neuromuscular apparatus. *Biol Cybern.* 2000 Jun; 82(6):499-515.

7. Frolov AA, Prokopenko RA, Dufosse M, Ouezdou FB. Adjustment of the human arm viscoelastic properties to the direction of reaching. *Biol Cybern.* 2006 Feb; 94(2):97-109.

## ЛАБОРАТОРИЯ ОБЩЕЙ И КЛИНИЧЕСКОЙ НЕЙРОФИЗИОЛОГИИ

*Заведующая — д.б.н. Е.В. Шарова*



*Слева направо: Л.Б. Окнина, И.Г. Скорятина, Е.В. Шарова,  
Г.Н. Болдырева, Л.А. Жаворонкова, Н.С. Игнатова*

На протяжении многих лет (с 1957 г.) осуществляется тесное научное сотрудничество ИВНД и НФ РАН с НИИ нейрохирургии им. акад.Н.Н. Бурденко РАМН. В 1981 г. по инициативе Академика РАМН В.С. Русинова была организована **Лаборатория общей и клинической нейрофизиологии ИВНД и НФ РАН**, работающая на клинической базе Института нейрохирургии на постоянной основе. Научный лидер лаборатории — ее руководитель с 1981 по 2007 гг., Лауреат Гос. премии

СССР, доктор биологических наук, профессор, Г.Н. Болдырева.

Исследования, проводимые сотрудниками лаборатории, имеют как теоретическую, так и практическую направленность и связаны с изучением структурно-функциональной организации мозга здоровых людей и больных с очаговыми поражениями ЦНС. Работа проводится совместно с сотрудниками Института нейрохирургии и основывается на результатах комплексного исследования больных с опухолевым и травматическим поражениями мозга, сопровождающимися разной степенью церебральной декомпенсации, вплоть до грубых нарушений сознания (кома). Итогом этого сотрудничества явилось присуждение в 1987 году коллективу авторов двух институтов Государственной премии СССР.

Основное направление текущей научной деятельности лаборатории — **нейрофизиологический анализ нарушения и восстановления церебральных функций при очаговом поражении мозга человека**. Исследования проводятся на уникальных моделях верифицированного органического поражения головного мозга больных, проходивших лечение в НИИ нейрохирургии. Результаты базируются на сопоставлениях электрофизиологических показателей и широкого спектра клинических параметров, включая современные методы нейровизуализации (КТ, МРТ, фМРТ). Основные методы исследования — ЭЭГ и длиннолатентные вызванные потенциалы, в частности Р300 АВП. Проводится визуальный и математический анализ этих процессов: спектрально-когерентный, топографическое картирование, локализация эквивалентных дипольных источников и др.

Используемый комплексный методический подход, позволяющий оценить особенности интракортикального и корково-подкоркового взаимодействия, определяет возможность **изучения системных механизмов деятельности мозга человека**. На основании клинико-ЭЭГ сопоставлений получены принципиально новые данные об отражении степени декомпенсации мозга в спектрально-когерентных параметрах биопотенциалов, выявлены ЭЭГ-критерии разных форм нарушения церебральных функций, уточнена роль регуляторных структур ЦНС в формировании рисунка ЭЭГ и адапционной деятельности мозга. Показан динамический характер преимущественного включения правой и левой гемисфер мозга в реализацию компенсаторных возможностей ЦНС.

Данные исследований нейрофизиологических механизмов работы мозга больных с церебральной патологией рассматриваются в сопоставлении с результатами изучения особенностей пространственно-временной организации **здоровых людей**. Эти исследования имеют и самостоятельный интерес, связанный с изучением особенностей пространственно-временной организации мозга здорового человека в разных условиях его функционирования (бодрствование, дремота, выполнение разного рода заданий) — работы Г.Н. Болдыревой, Л.А. Жаворонковой. Специальный акцент в этих работах делается на уточнения специфики организации ритмов ЭЭГ у людей с разным индивидуальным профилем асимметрии (монография Л.А. Жаворонковой «Правши-левши (межполушарная асимметрия биопотенциалов мозга человека)», 2006, 2009 гг.

На моделях **очаговой церебральной патологии человека** (опухоли разной локализации) выявлены особенности изменений организации ЭЭГ при поражении **регуляторных структур мозга** (стволовые, диэнцефальные, лимбические), которым отводится ведущая роль в регуляции уровня бодрствования, организации функции памяти, эмоциональной сферы, интеграции сложных поведенческих и других системных реакций; подтверждена неидентичность функционального взаимодействия полушарий с регуляторными структурами разного уровня: стволовых — преимущественно с левой гемисферой, диэнцефальных — с правой (монография Г.Н. Болдыревой «Нейрофизиологический анализ поражения лимбико-диэнцефальных структур мозга», 2000, 2009 гг.; Е.В. Шаровой, М.Р. Новиковой и М.А. Куликова «Компенсаторные реакции головного мозга при остром стволовом повреждении», 2009 г.). Эти исследования были дополнены данными, полученными на оригинальных **экспериментальных моделях** изолированного и сочетанного повреждения ствола мозга крыс (работы Е.В. Шаровой с соавт 1996-2008 гг.).

При диффузном поражении мозга (тяжелая черепно-мозговая травма), сопровождающемся **нарушениями сознания**, определены базисные нейрофизиологические механизмы **посткоматозного восстановления психической деятельности** — с уточнением роли отдельных структур мозга в этом процессе (исследования Е.В. Шаровой с соавт., Л.А. Окниной с соавт.).

Исследуются влияния разных лечебных воздействий, направленных на ускорение процессов восстановления (лекарственная терапия, афферентная и электромагнитная стимуляция) (Е.В. Шарова с соавт., М.В. Челябинина с соавт., Л.А. Жаворонкова с соавт.).

Отдельный раздел работы посвящен изучению нейрофизиологических механизмов восстановления интегративной деятельности мозга больных с черепно-мозговой травмой в процессе **реабилитации**. В данных исследованиях разрабатывается гипотеза о пусковой роли моторного обучения в восстановлении, наряду с двигательными, высших психических функций. Для этих целей используется стабилотренинг с обратной связью. В результате проведенных исследований выявлены ЭЭГ-маркеры степени нарушения и восстановления функциональной целостности мозга (работы Л.А. Жаворонковой с соавторами).

При изучении **последствий ионизирующего воздействия** в результате аварии на Чернобыльской АЭС установлен диффузный характер изменений биоэлектрической активности мозга с динамическим характером преимущественного включения правого и левого полушарий в реализацию компенсаторных реакций, связанным с состоянием отдельных регуляторных структур мозга (исследования Л.А. Жаворонковой с соавт.).

Сотрудники лаборатории активно участвуют в проведении систематических **диагностических исследований ЭЭГ** больных с разными нозологическими формами церебральной патологии, находившихся на лечении в НИИ нейрохирургии. Эти исследования проводятся в до- и послеоперационном периоде, включая нахождение больных в отделении интенсивной терапии и реанимации.

Особое внимание в последние годы уделяется **разработке новых показателей биоэлектрической активности, а также выяснению их структурно-функциональной детерминированности и информативной значимости.** В частности, на основании сопоставления ЭЭГ— и фМРТ— данных установлено, что эмпирически найденный информативный показатель когерентности ЭЭГ коррелирует с повышением уровня оксигенации крови в активируемых участках мозга (+ BOLD-эффект фМРТ) — публикации Г.Н. Болдыревой с соавт. 2007—2010 гг. В дальнейшем этот подход к оценке структурно-функциональной организации мозга предполагается использовать при изучении механизмов нарушения и восстановления больных с разными формами органической церебральной патологии.

В настоящее время в штат лаборатории входят:

1. Болдырева Галина Николаевна — гл.н.с., д.б.н., профессор.
2. Шарова Елена Васильевна — зав. лаб., д.б.н.
3. Жаворонкова Людмила Алексеевна — в.н.с., д.б.н.
4. Окнина Любовь Борисовна — с.н.с., к.б.н.
5. Купцова Светлана Вячеславовна — м.н.с. (нейропсихолог).
6. Игнатова Надежда Степановна — ст. лаборант.
7. Челяпина Марина Викторовна — лаборант.
8. Гаушус Вета Эрнестовна — инженер.
9. Скорятина Ирина Геннадьевна — инженер.
10. Гриненко Олеся Александровна — аспирант.
11. Романов Андрей Сергеевич — аспирант.

#### **Основные научные публикации лаборатории.**

Монографии:

1. Шарова Е.В., Новикова М.Р., Куликов М.А. Компенсаторные реакции головного мозга при остром стволовом повреждении. — М.: Синтег, 2009. — 220 с.
2. Болдырева Г.Н. Нейрофизиологический анализ поражения лимбико-диэнцефальных структур мозга человека. — Краснодар: Экоинвест, 2009. — 230 с.
3. Жаворонкова Л.А. Првши-левши: межполушарная асимметрия биопотенциалов мозга человека. — Краснодар: Экоинвест, 2009. — 240 с.

Статьи:

1. Boldyreva G.N., Zhavoronkva L.A., Sharova E.V. Electroencephalographic intercentral interaction as a reflection of normal and pathological human brain// The Spanish J of Psychology. 2007. 10 (1) 167-177.
2. Zhavoronkova L.A., Kholodova N.B., Belostocky A.P. Reduced electroencephalographic coherence asymmetry in the Chernobyl accident survivors// The Spanish J of Psychology. 2008. 11 (2) 363-373.
3. Болдырева Г.Н., Жаворонкова Л.А., Шарова Е.В., Буклина С.Б., Мигалев А.С., Пяшина Д.В., Пронин И.Н., Корниенко В.Н. фМРТ-ЭЭГ исследование реакций мозга здорового человека на функциональные нагрузки // Физиология человека, 2009. 35. (3). 20-30.
4. Жаворонкова Л.А., Максакова О.А., Жарикова А.В., Флеров И.С., Щекутьев Г.А., Найдин В.Л. Эффект включения стабилотренинга в реабилитацию больных с посттравматическим корсаковским синдромом// Журн. Неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2010. 110. 42-47.
5. Болдырева Г.Н., Жаворонкова Л.А., Шарова Е.В., Мигалев А.С., Скорятина И.Г., Буклина С.Б., Подопригора А.Е., Пронин И.Н., Корниенко В.Н. фМРТ — ЭЭГ оценка церебральных реакций на двигательные нагрузки при опухолевом поражении мозга// Физиология человека. 2010. 36 (5). 15-25.

## ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИОЛОГИИ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

*Зав. лаб (1972—2010 гг.) — академик РАН Шевелев Игорь Александрович,*

*и. о. зав. лаб. — д.б.н. Михайлова Елена Семеновна*



*Слева направо, задний ряд: Р.С. Иванов, И.В. Бондарь, В.А. Чичеров, И.А. Шевелев, К.А. Салтыков, (средний ряд) Е.Д. Барк, Г.А. Шараев, Р.В. Новикова, П.В. Эйделанд, (передний ряд) Д.Ю. Цуцкиридзе, А.С. Тихомиров, В.М. Каменкович, Н.А. Лазарева, А.В. Славуцкая, Е.С. Михайлова*

Лаборатория физиологии сенсорных систем, существу, берёт своё начало от академика Л.А. Орбели. История лаборатории такова. Во время войны Л.А. Орбели создаёт в Москве лабораторию авиамедицины. В этой орбелиевской лаборатории ученики Л.А. Орбели, В.Г. Самсонова и Л.И. Мкртычева, искали способы предотвращения зрительных нарушений у лётчиков при высотных полетах в условиях кислородного голодания (Мкрычева Л.И., Самсонова В.Г. Гипокапнический и аноксемический эффект в изменении порогов цветовой насыщенности // ДАН СССР. 1944. Т. 44. С. 45-48).

После окончания войны Лаборатория авиамедицины была расформирована, однако почти все её сотрудники продолжали работать под руководством Л.А. Орбели. Часть из них вернулась в Ленинград на кафедру физиологии Военно-медицинской академии и в Институт физиологии им. И.П. Павлова. Другая часть, в том числе группа, занимавшаяся физиологией зрения, вошла в московский филиал Института физиологии им. И.П. Павлова. В 1950-м году, почти сразу после «павловской сессии», эта группа, в которую входили также физиологи, ученики и сотрудники Л.А. Орбели Н. Ю. Алексеенко, Л.И. Мкртычева и лаборант С.Е. Поляк, была переведена во вновь организованный Институт высшей нервной деятельности. Здесь, в 1951 году, эта группа была преобразована в Лабораторию физиологии анализаторов животных и человека. Заведующей лабораторией стала верная сотрудница Л.А. Орбели профессор Вера Георгиевна Самсонова — замечательная, сильная личность, учёный и гражданин.

В конце 50-х годов, практически одновременно, в лабораторию пришли аспиранты — И.А. Шевелёв, М.А. Островский, В.Б. Вальцев. В.Г. Самсонова и её коллеги создали в лаборатории исключительно доброжелательную, творческую атмосферу. В значительной мере благодаря этому из самсоновской лаборатории вышли два академика — И.А. Шевелёв и М.А. Островский.

В самом начале пути В.Г. Самсонова предложила И.А. Шевелёву заняться нейрофизиологическими механизмам обработки зрительной информации, а М.А. Островскому — физиологией зрительной рецепции. Именно эти области сенсорной физиологии

они разрабатывали все последующие годы.

В.Г. Самсонова заведовала лабораторией до начала 70-х годов. М.А. Островский с группой сотрудников перешёл в 1970 году в Институт химической физики АН СССР. И.А. Шевелёв с 1972 года и по 2010 год стал бессменным заведующим лабораторией физиологии сенсорных систем в Институте ВНД и НФ.

Начальным научным направлением лаборатории было исследование сенсорного обеспечения условно-рефлекторной деятельности человека и животных. Позже экспериментальные исследования, проводимые в лаборатории на протяжении многих лет под руководством И.А. Шевелева, положили начало новому направлению не только в отечественной, но и в мировой науке — анализу адаптивности и динамических свойств высших зрительных центров. В лаборатории была сформулирована и всесторонне экспериментально обоснована теория тормозного формирования детекторных свойств нейронов зрительной коры. Эта теория И.А. Шевелева сняла множество противоречий общепринятой конвергентной гипотезы, позволила объяснить высокую пластичность зрительной коры, ее адаптивность к условиям среды и состоянию организма, а также динамический характер кодирования информации в ней. Полученный в лаборатории уникальный экспериментальный материал стал основой представлений о временной компрессии и усилении начального афферентного потока в зрительной системе, об адаптивной модификации рецептивных полей нейронов зрительной коры и динамических перестройках рецептивных полей нейронов. Открыты «сканирующие» ориентационные детекторы, что позволяет считать кодирование признаков изображения пространственно-временным, а не чисто пространственным, как считалось до этого. В первичной зрительной коре кошки обнаружен новый класс нейронов: детекторы пересечения линий. Большинство из них обладают высокой селективностью к ориентации и форме крестообразных, угловых и/или звездчатых фигур, остальные — инвариантны к этим признакам изображения. Использование классического и сочетанного картирования, при котором стандартное тестирование поля зрения сопровождается асинхронной активацией возбудительного центра РП, позволило оценить характер и степень участия кооперативного межнейронного взаимодействия в формировании РП и детекторных свойств нейронов: низкое, преимущественно возбуждающее, у детекторов полос, и высокое, преимущественно тормозное, свойственное детекторам крестообразных фигур. Наличие ранней чувствительности к линиям и их пересечениям показано и у человека психофизиологически и по критерию ВП. В экспериментах на человеке методом «движущегося диполя» получены данные, существенные для оценки динамики и кинетики обработки этих признаков изображения в зрительной коре мозга человека.

В 80-х годах в лаборатории разработан новый неинвазивный метод функционального картирования коры мозга человека и животных по ее тепловому излучению — «термоэнцефалоскопия», который позволил впервые обнаружить в коре мозга локальные модально-специфические термоотображения различных сенсорных стимулов, процессов обучения, быстро распространяющихся волновых процессов. Экспериментальные доказательства распространения по зрительной коре человека движущихся с частотой альфа-ритма ЭЭГ волн возбуждения получены в исследованиях ЭЭГ человека. Предполагается, что эти волны играют важную роль в интеграции признаков изображения в единый сенсорный образ. По критерию ВП показаны различия в ранних реакциях коры мозга человека на линии и их пересечения, что указывает на быструю детекцию человеком простых признаков зрительного образа, что важно для опознания формы объекта и выделения фигуры из фона.

В 90-х годах в Германии И.А. Шевелёв познакомился на практике с методом оптического картирования по внутреннему сигналу. Оценив все преимущества и перспективы использования данного метода, он создал в лаборатории группу оптического картирования, первую в России. Главным преимуществом этого нового метода И.А. Шевелёв считал возможность длительно исследовать популяционную нейронную активность обширных участков коры мозга без чрезмерного хирургического вмешательства и даже через неповреждённые кости черепа. Этот метод функционального картирования позволил получить принципиально новые данные о количественных различиях в ответе первичной зрительной коры кошки на предъявление крестообразных фигур разной ориентации и образующих крестообразные фигуры полосок. В ходе исследований было обнаружено, что активированные крестообразными фигурами участки стриарной коры перекрываются с классическими ориентационными колонками. Этот результат подтверждает на популяционном уровне гипотезу о задействованности одних и тех же функциональных модулей первичной зрительной коры в анализе признаков изображения разной степени сложности: ориентации отрезков линий и точек пересечения.

В настоящее время в лаборатории трудятся 13 штатных научных сотрудников: Е.С. Михайлова — д.б.н. гл.н.с., Н.А. Лазарева — к.б.н., ст.н.с., В.М. Каменкович — к.б.н., ст.н.с., И.В. Бондарь — к.б.н., н.с., К.А. Салтыков — к.б.н., ст.н.с., Р.В. Новикова — к.б.н., ст.н.с., Н.Ю. Герасименко — к.б.н., н.с., Г.А. Шараев — к.б.н., с.н.с., Р.С. Иванов — к.б.н., м.н.с., А.В. Славущая — к.б.н., м.н.с., Е.Д. Барк — к.б.н., м.н.с., А.С. Тихомиров — н.с., Д.Ю. Цуцкиридзе — н.с. В работе постоянно участвуют аспиранты и дипломники Московских вузов, таких как МГУ, МИФИ, МФТИ. Осуществляются международные научные контакты с Институтом физиологии Рурского Университета, г. Бохум, Германия; Центром национального здоровья, Бетезда, США; Университетом г. Хьюстона, США.

#### Монографии:

1. Шевелев И.А. Динамика зрительного сенсорного сигнала. М.: «Наука». 1971. 248 с.
2. Шевелев И.А. Нейроны зрительной коры: Адаптивность и динамика рецептивных полей. — М.: Наука, 1984. — 232 с.
3. Шевелев И.А., Кузнецова Г.Д., Цыкалов Е.Н., Горбач А.М., Будко К.П., Шараев Г.А. Термоэцефалоскопия. — М.: Наука, 1989. — 223 с.
4. Шевелев И. А. Нейроны-детекторы зрительной коры. Ревизия свойств и механизмов. — М.: Наука, 2010. — 194 с.

#### Статьи:

1. Шевелев И.А., Лазарева Н.А. Характеристики ответов нейронов зрительной коры кошки с чувствительностью к полоскам или крестообразным фигурам//Росс. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2006. т. 92. С. 152-163.
2. Shevelev I.A., Kostelianetz N.B., Kamenkovich V.M., Sharaev G.A. EEG alpha wave in the visual cortex: check of the hypothesis of the scanning process. *Int. J. Psychophysiol.* 1991. v.11. p. 195-201.
3. Shevelev I.A., Eysel U.T., Lazareva N.A., Sharaev G.A. The contribution of intracortical inhibition to dynamics of orientation tuning in cat striate cortex neurons. *Neuroscience.* 1998. v. 84. p. 11-23.
4. Shevelev I.A., Lazareva N.A., Sharaev G.A., Novikova R.V., Tikhomirov A.S. (1998) Selective and invariant sensitivity to crosses and corners in cat striate neurons. *Neuroscience.* 1998. v.84. p. 713-721.
5. Михайлова Е.С., Жила А.В., Славущая А.В., Куликов М.А., Шевелев И.А. Траектории смещения по мозгу человека дипольных источников зрительных вызванных потенциалов//Журн. высш. нервн. деят. 2007. т. 57. С. 555-564.

## БИБЛИОТЕКА

Библиотека была создана в 1951 году как отдел Библиотеки по естественным наукам РАН. В основу библиотеки легли фонды Ленинградского института мозга им. В.М. Бехтерева, Физиологического института им. И.П. Павлова, Военно-медицинской академии.

Создателем и первой заведующей библиотекой была А.П. Петровская. С 1960 по 1976 год библиотекой руководила З.И. Плясова, большой вклад в становление библиотеки, создание каталогов, библиографических картотек и издание тематических указателей внесли С.Б. Аронова и О.Н. Григорьева.



*Р.Ф. Затрутина, С.Г. Збар*

С 1976 года по настоящее время во главе библиотеки — Светлана Григорьевна Збар. Библиотека занимает помещения общей площадью 282 кв. метра, в настоящее время в ее составе есть общедоступный компьютерный класс. Фонд библиотеки насчитывает 62 300 экземпляров книг и периодики, иностранные издания составляют больше половины фонда (более 33 000 единиц). В составе фонда литература по высшей нервной деятельности человека и животных, физиологии центральной нервной системы, патологии нервной системы и высшей нервной деятельности, психологии и психофизиологии, прикладной физиологии, фармакологии, теоретической биологии и медицине, а также энциклопедии, словари и справоч-

ники по многим разделам знания. В библиотеке выделен фонд редких изданий 19 и начала 20 века, насчитывающий более 1000 монографий и 700 экземпляров периодики. В этот фонд входят прижизненные издания классиков биологии, физиологии, психологии, труды В.М. Бехтерева, Н.Е. Введенского, И.М. Сеченова, А.А. Ухтомского, диссертации, защищенные при жизни И.П. Павлова.

Фонд диссертаций, защищенных на Ученом совете института, составляет около 600 единиц. Выделены в отдельную часть фонда авторефераты диссертаций по тематике института. Комплектование литературы осуществляется в БЕН РАН и благодаря дарам ученых.



***АДМИНИСТРАЦИЯ ИНСТИТУТА (слева направо):***

***С.А. Сергеева, Ю.А. Шаталова, Ф.А. Ферумян, О.В. Митрофанова, Н.Н. Мамонова,  
М.А. Фридман, О.В. Ючкина, Н.Б. Трифонова, А.М. Зайцев, Г.С. Лопяло, Л.А. Сак,  
Г.С. Трубицына, Е.М. Шлемина***