

ПРЕДИСЛОВИЕ К РОССИЙСКОМУ ИЗДАНИЮ

Книга, которую Вы держите в руках, была написана по заказу крупнейшего и, пожалуй, лучшего в Польше Варшавского университета. Вначале возникла идея перевести и издать какой-нибудь иностранный учебник. Особенно привлекла внимание знаменитая американская книга *Theoretical Neuroscience*. Однако книге было уже около 20 лет — в сущности, она содержала знания прошедшей эпохи. Обзор рынка показал, что и другие книги по нейрокибернетике также сильно устарели.

Конечно, нейронаукам посвящены многие современные и хорошо написанные, но очень узкопрофильные книги. В частности, изданы несколько прекрасных учебников, описывающих структуру нервной системы (нейроанатомия, нейрогистология и нейроцитология). Но нервные структуры исследуются в них без каких-либо ассоциаций с выполняемыми биологическими и интеллектуальными функциями. В свою очередь, в других книгах представлены исключительно знания о функциях нервной системы (электрофизиология, нейрофизиология, нейробиохимия), но без достаточных и внятных ссылок на морфологию этой системы и без демонстрации влияния изучаемых явлений на поведение человека и на его субъективное самочувствие.

При еще более тщательном анализе рынка иностранных учебников выяснилось, что с годами их специализация только усиливается — в книгах, посвященных нейрофармакологии и нейробиохимии, практически невозможно найти что-либо интересное для нейробиофизика, не говоря уже о психологе, желающем понять функционирование мозга как единого целого. Например, автор может углубиться в специфику катализа конкретных химических и электрохимических реакций в синаптических щелях, но не будет утруждать себя разъяснением влияния синаптических процессов на такие связанные с работой мозга макро-явления, как память, перцепция, управление движением либо абстрактное мышление.

Сложившаяся ситуация наводила на мысль, что для заполнения обсуждаемой информационной ниши необходимо перевести, как минимум, полтора десятка таких книг и сделать их доступными для научных работников и студентов. Ведь только в таком «собрании сочинений» могут содержаться необходимые знания, разбавленные множеством избыточных и не очень нужных подробностей. Конечно, это решение было признано неприемлемым.

И тогда издательство Варшавского университета предложило мне попытаться создать учебник по нейрокибернетике, синтетически описывающий строение, функционирование и методы исследования нервной системы, который будет интересен и полезен не только нейрологам, медикам или кибернетикам, но и представителям гуманитарных наук (психологии, социологии, когнитивистики

и даже лингвистики). Задача оказалась непростой, поскольку вначале следовало осмыслить структуру книги в целом, определить содержание конкретных глав и их последовательность, после чего выявить наилучших отечественных специалистов в соответствующих сферах нейронауки, уговорить их написать запланированные мной главы (это стало самым трудным!) и отредактировать полученный материал так, чтобы исключить повторы и не допустить ситуации, когда какие-то вопросы игнорируются всеми авторами по принципу «лучше пусть это сделает коллега».

Я не буду здесь пересказывать содержание нашей книги или характеризовать каждого из моих коллег — это сделано во введении на следующих страницах. Тем не менее подчеркну, что мне удалось привлечь к сотрудничеству над учебником лучших польских специалистов. Пишу об этом, поскольку для российского читателя фамилии соавторов могут быть неизвестными, и несколько рекомендательных слов не помешают. В оригинальном издании этих рекомендаций не было, поскольку речь идет о ведущих ученых, известных каждому польскому специалисту в области нейронаук.

Я очень рад, что ставшая очень популярной в Польше и собравшая очень хорошие рецензии книга, названная в русскоязычной версии «*Основы нейрокибернетики*», будет теперь доступна российским читателям. Хотел бы сердечно поблагодарить профессора И.Д. Рудинского за инициативу издания этой книги в России и огромную работу по ее переводу на русский язык. Считаю необходимым выразить искреннюю благодарность научному редактору российской версии книги Ю.В. Грищук из Гарвардского университета, а также нейрохирургу А.Е. Горенштейну из Калининградской областной клинической больницы за ценные замечания и рекомендации по использованию русскоязычной терминологии в области нейродиагностики и методов МРТ и ЭЭГ. Я очень благодарен издательству «Горячая линия — Телеком», которое ранее сделало доступной для российских читателей мою книгу «*Элементарное введение в технологию нейронных сетей с примерами программ*», а теперь в очередной раз выразило доверие мне с соавторами. Выражаю надежду, что к моим благодарностям присоединятся и читатели этой книги.

Рышард Тадеусевич
февраль 2013 г.

ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО СОДЕРЖАНИЮ КНИГИ

Эта книга, написанная ведущими польскими специалистами, представляет собой введение в **нейрокибернетику** — дисциплину настолько новую, что ее тематическое пространство, главные достижения, а также методы исследования все еще недостаточно определены. Даже если нам не удалось корректно обозначить ее границы, мы искренне надеемся, что сам факт подготовки книги позволит конкретизировать дискуссию об этой дисциплине и, благодаря критике содержания и того, что в ней отсутствует, удастся лучше определить саму сферу знания. Всегда самым трудным оказывается первый шаг!

Изучение нейрокибернетики позволяет взглянуть на нервную систему и на феномен человеческого мозга с очень специфической перспективы. Благодаря нейроанатомии мозг можно исследовать, благодаря нейрофизиологии — познать его функционирование, в то время как нейрокибернетика с помощью ее методов и моделей предоставляет уникальную возможность попытаться **понять** мозг. Такое понимание становится поводом для размышлений об актуальности утверждения одного из известных исследователей мозга и создателей нейрокибернетики У. Росса Эшби: «Представляется, что новый, предлагаемый кибернетиками подход может помочь нам в углубленном проникновении в сущность явлений; если это в действительности произойдет, то мы избавимся от ряда вопросов, ясно указав на их ненужность».

Необходимо добавить, что нейрокибернетика имеет в настоящее время множество противников. Главным образом, к ним относятся узкие специалисты, настолько сильно привязанные к своему рабочему месту и методам исследования, что любую инновацию они склонны объявлять ересью. Однако авторы настоящей книги отчетливо видят достоинства нейрокибернетики и утверждают, что в скором времени именно эта дисциплина будет играть важную роль в комплексе наук о биологии нервной системы, в моделировании когнитивных процессов, в системном анализе мозга, а также в создании фундамента искусственного интеллекта. Конечно, нейрокибернетика не только не исключает традиционные источники знаний о нервной системе (нейроанатомию, нейрофизиологию, биохимию, фармакологию и т. д.), но значительно их расширяет.

Мы приглашаем читателя в мир нейрокибернетики и предлагаем следующий способ знакомства с этой областью знаний:

Во **введении** мы пытаемся сказать, что представляет собой нейрокибернетика, а также (что сложнее) — чем она не является. Если совсем кратко, то мы намерены использовать методы и инструментарий кибернетики для изу-

чения работы нервной системы. Но для решения этой задачи вначале надо выяснить, как устроена нервная система. Об этом идет речь в **первой главе**, в которой профессор М. Шмяловская предприняла очень непростую попытку изложить на нескольких страницах то, чем заполнены многочисленные тома учебников по нейроанатомии.

На базе знаний о структуре нервной системы можно задуматься о том, как она функционирует. В предположении, что важнейшие события в этой системе происходят на стыках между нейронами (т. е. в синапсах), **вторая глава**, автором которой является профессор Г. Хесс, очень кратко представляет важнейшие элементы этой обширной области. В ней сконцентрированы собранные биохимией и электрофизиологией знания о естественных процессах, протекающих в синапсах.

В **третьей главе** вводится понятие модели, считающееся ключевым для кибернетики. Профессор Я. Блащик вначале определяет это понятие в общем виде, а потом конкретизирует его применительно к избранным фрагментам нервной системы и, тем самым, формирует мостик между кибернетикой и нейронауками — то, что и определяет нейрокибернетику.

При переходе к построению и исследованию моделей нервной системы необходимо начинать с моделирования ее основного элемента — нервной клетки, т. е. нейрона. Обширный спектр методов, описывающих с разной степенью детализации процессы, протекающие на клеточной мембране нейрона, представил в **четвертой главе** профессор В.А. Каминский. В **пятой главе**, написанной доктором наук М.Т. Лазаревичем, речь идет о моделировании этих точечных процессов в структуре, максимально точно отражающей форму настоящих нейронов.

Модели, основанные на изложенных в четвертой и пятой главах принципах, позволяют весьма точно (по отношению к биологической реальности) описать и смоделировать на компьютере поведение одиночных нейронов. Однако эти модели очень дороги, поскольку высокая степень соответствия оригиналу обеспечивается в них огромным объемом вычислений. С этой точки зрения гораздо проще моделировать элементы нервной системы в форме искусственных нейронных сетей, которые приобретают в настоящее время все большую популярность. Возможности использования моделей искусственных нейронных сетей для исследования некоторых структур биологической нервной системы представлены в **шестой главе** профессором Р. Тадеусевичем; в **седьмой главе** профессор М. Стпелецкий проанализировал с тех же позиций модели пульсирующих нейронных сетей.

В мозге человека около ста миллиардов нейронов. По этой причине модели, в которых отдельно отражается каждый нейрон, было бы чрезвычайно сложно использовать для моделирования достаточно больших фрагментов мозга. Лучшие шансы для комплексного понимания нейродинамических процессов предоставляют модели, в которых в роли элементарных компонент выступают целые популяции нейронов, насчитывающие сотни или даже миллионы клеток. Именно такие популяционные модели представлены в **восьмой главе** профессором К. Влиновской совместно с доктором наук Я. Жигеревичем. Еще дальше в этом направлении продвигается доктор наук Г.М. Вуйчик, который рассказывает в

девятой главе о так называемых жидкостных моделях — они весьма далеки от биологических реалий, но позволяют описывать очень большие области мозга.

Моделирование — главный инструментарий нейрокибернетики, но его применение не должно зайти слишком далеко — нельзя утратить связь с биологическими реалиями. По этой причине в книге о нейрокибернетике должны присутствовать главы, которые объединяют процесс создания и использования моделей с исследованиями реального мозга — здорового либо затронутого болезнью. Мозг можно исследовать различными способами, но важнейшее значение имеют работы, основанные на морфологическом анализе. Для этого предназначены различные методы изучения нейро-образов, описываемые (вместе с моделями) в десятой главе профессором А. Пшелясковским совместно с доктором наук К. Склиндой и профессором В. Чешеком.

В структурах, выявляемых при помощи нейрообразов, протекают биохимические и биофизические процессы. Методы исследования этих процессов описали в одиннадцатой главе доктор наук А. Гурецкий и профессор М. Дзедзицкая-Василевская. Мозг проявляет электрическую активность, которая в течение многих лет регистрируется и анализируется с помощью методов электроэнцефалографии (ЭЭГ). Этот подход описывается профессором П. Дудкой в двенадцатой главе. И, наконец, мозг выдает свои тайны через подверженность определенным заболеваниям, что представляется в тринадцатой главе профессором М. Дзедзицкой-Василевской.

Книгу завершает прекрасный обзор когнитивистики и искусственного интеллекта, изложенный в четырнадцатой главе профессором В. Духом.

И в завершение еще одно примечание. Книга охватывает различные аспекты нейрокибернетики, но не исчерпывает их многообразия. Перефразируя слова Уинстона Черчилля, можно сказать: «Это еще не конец. Это даже не начало конца. Это только конец начала...».