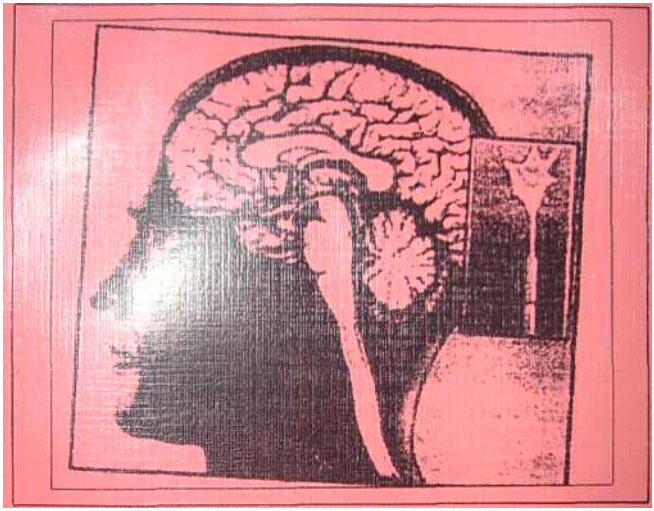
Серия "Информатизация России в XXI веке"

В.Д. Цыганков



НЕЙРОКОМПЬЮТЕР И МОЗГ

СИНТЕГ
Москва — 2001

Родился в г. Москве.

Окончил Одесский электротехнический ин статут связи (ОЭИС) по специальности «радиоинженер».

Участвовал под руководством Главного конструктора Б.И. Рамеева. будучи одним из его заместителей, в создании и освоении серийного производства первых в СССР полупроводниковых ЭВМ типа "УРАЛ".

С 196-1 года в ППИИММ (г. Пенза) возглавил работы по перспективному научному направлению «бионика и нейрокиберпетика», связанные с разработкой нейрокомпьютеров .или решения задач распознавания, управления нестационарными динамическими объектами, промышленными и мобильными роботами. На ряде промышленных образцов моделей нейрокомпьютеров типа "ЭМБРИОН", автором и Главным конструктором которых является В.Д. Цыганков, успешно решены задачи в авиационной промышленности, ракетно-космической технике и особенно в робототехнике, в радио- и оборонной промышленности.

В.Д. Цыганков, работая в ЦНИТИ (г. Москва), участвовал в разработках, производстве и внедрении систем ЧПУ технологическим оборудованием и больших интегрированных промышленных систем управления (АСУТП, ЛСУП и ИАСУ ГЛП).

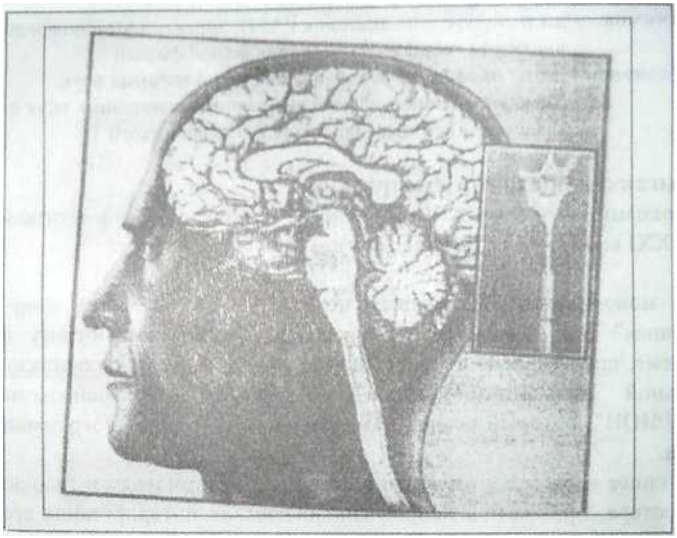
Научным фундаментом оригинальной нейросстсвой парадигмы, разрабатываемой В.Д.Цыганковым, является теория функциональной системы выдающегося нейрофизиолога академика П.К. Анохина, с которым он много лет успешно сотрудничал.

В.Д.Цыганков - Член-корреспондент Международной Академии Информатизации (МАИ), кандидат технических наук, член редколлегии журнала "Нейрокомпьютер", член оргкомитета ежегодной Всероссийской конференции "Нейрокомпьютеры и их применение". Им опубликовано более 140 научных работ и пять монографий.

Серия "Информатизация России в XXI веке"

Международный институт теоретической и прикладной физики РАЕН

В.Д. Цыганков



НЕЙРОКОМПЬЮТЕР И МОЗГ

СИНТЕГ

Москва — 2001

УДК 53.081+681.322
ББК 30.10+30.17 Ц94

Издатель и научный рслактор серии: к.т.н. В.Л. **Гуревич**
(Тел./факс: (095)371-1316 K-mail: sinteg@mail.ru http://www.sinteg.ru)

Рецензенты:
А.F.. **Акимов** - д.т.н.. профессор, академик РАЕН, директор Международного института теоретической и прикладной физики
Б.Н. Родионов - д.т.н., профессор, академик Академии поенных наук, Международной академии энергоинформационных наук и академии Космонавтики им. К.О. Циолковского

Цыганков Владимир Дмитриевич
Нейрокомпьютер и мозг. Учебное пособие. Серия "Информатизация России в XXI веке". - М: СИНТЕГ, 2001, 248 с.

В монографии, являющейся первой частью из серии книг "Живая Вселенная" В.Д. Цыганкова, посвященных нейрокомпьютингу и ПСИ-проблеме, представлено в виде практических занятий полное описание оригинальной разработки автора - виртуального нейрокомпьютера "ЭМБРИОН", который реализован аппаратно и в виде программного эмулятора.

В книге излагается введение в атомную информатику и теорию нейрокомпьютера, приводится нейрофизиологическая интерпретация его структуры и алгоритмов работы. Приведены многочисленные примеры практического применения нейрокомпьютера "ЭМБРИОН" при решении задач оборонного и производственного назначения (в авиации, ракетной технике, в радио- и оборонной промышленности), в робототехнике, медицине, генетике, нанотехнологии и др.областях.

Книга может быть использована как учебное пособие при создании компьютеров шестого поколения и активных систем с искусственным интеллектом, а также новых эффективных информационных систем. Издание ориентировано на пытливого читателя и, в основном, на молодежь.

ISBN 5-89638-034-8

© Цыганков В.Д., автор, 2001
© **Гуревич В.Л., серия, 2001**
© **ООО «НПО СИНТЕГ»,** оформление, 2001

ПОСВЯЩАЕТСЯ ПАМЯТИ
выдающегося нейрофизиолога
академика Петра Кузьмича АНОХИНА

Из рецензий на рукопись книги:

"... Самым интересным и заслуживающим серьезного внимания физиков-теоретиков и специалистов по новым информационным технологиям, по-моему, является предлагаемая автором В Д. Цыганковым идея генерации виртуального информационного пространства-времени, имеющего вид ветвящейся сети, напоминающего живые нейронные сети.

... Мне представляется очень полезным дальнейшее развитие предлагаемой автором концепции нейрокомпьютера в направлении применения его для генерации, детектирования торсионных полей и исследования их свойств."

А.Е. Акимов,

Директор Международного института теоретической и прикладной физики РАЕН, академик РА ЕН, д.т.н., профессор

"... Преимуществом предлагаемой автором В.Д. Цыганковым структуры и алгоритмов работы нейрокомпьютера "ЭМБРИОН", по-моему, является серьезно обоснованный нейрофизиологический базис, положенный в основу разработки. Этот базис - теория функциональной системы.

... Очень интересным является развиваемое автором "Введение в атомную информатику". Это направление, мне кажется, сулит значительные открытия в области информатики мироздания. Поразительно многообразие затронутых в книге аспектов нейрокомпьютинга и уровней рассмотрения его структуры и функций. Это, безусловно, совершенно новые взгляды на процессы конструирования нейрокомпьютеров."

Б.Ч. Родионов

Академик Академии военных наук, МАЭН и академии Космонавтики им. К.Э. Циолковского, д.т.н., профессор

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ОТ ИЗДАТЕЛЯ	**Ю**
ПРЕДИСЛОВИЕ	**14**
ВВЕДЕНИЕ	**17**
1. НЕЙРОКОМПЬЮТЕР КАК ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА. УРОВНИ ОПИСАНИЯ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРА	**24**
1.1. Принцип системности	24
1.2. Функциональная система П.К.Анохина	27
1.2.1. "Результат" как системообразующий фактор	*29*
1.2.2. Состав функциональной системы и иерархия систем	*31*
1.3. Уровни описания нейрокомпьютера	35
1.4. Задания	37
2. КВАНТЫ, ЧАСТИЦЫ, АТОМЫ. ВВЕДЕНИЕ В АТОМНУЮ ИНФОРМАТИКУ	**38**
2.1. Частицы	38
2.2. Взаимодействия	42
2.3. Информационные атомы	43
2.4. Радиоактивность	45
2.5. Периодический закон	47
2.6. Пространство событий	50
2.7. Синтез белковых структур	51
2.8. Общие замечания о микроуровне	54
2.9. Задания	56
3. ПРОГРАММНАЯ МОДЕЛЬ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРА "ЭМБРИОН-2"	**57**
3.1. Блок-схема нейрокомпьютера	57
3.2. Мембрана и квазинейрон	62
3.3. Работа с программой НК "ЭМБРИОН-2"	64

Стр.
3.4. Алгоритм работы нейрокомпьютера 66
3.5. О виртуальной квазинейронной сети в нейрокомпью тере 68
3.6. Задания 69
4. КВАЗИНЕЙРОННАЯ СЕТЬ КАК ВИРТУАЛЬНОЕ ПОЛЕ 72
4.1. Генерация альтернативных реакций с помощью автомата "ЭМБРИОН-1" 72
4.2. Принципы генерации вероятностного поля 77
4.3. Квазинейронные сети 78
4.4. Задания 89
5. ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ 91
5.1. Вводные замечания 91
5.2. Формализмы блок-схемы НК 92
5.3. Предельные оценки 96
5.3.1. Объем мозговой массы НК 96
5.3.2. "Время жизни" поля 98
5.3.3. Количество вещества в вероятностном поле 99
5.4. Нейронная сеть как стохастический автомат МАРКОВА 99
5.5. Стохастическая матрица НК "ЭМБРИОН" 104
5.6. Задания 106
6. РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ 107
6.1. Практическая интерпретация Т-машины Ст.БИРА как общей модели искусственного мозга 107
6.1.1. Определения 107
6.1.2. Вариант реализации Т-машины с помощью НК "ЭМБРИОН" 109
6.1.3. Альфа-ритм искусственного мозга 113
6.1.4. Иерархия памяти 114
6.1.5. Пример расчета варианта кубической решетки Т-машины 115
6.2. Особенности описания НК "ЭМБРИОН" на уровне групп. Сеть мотонейронов 119
6.3.Задания 122

7. БИОЛОГИЯ И НЕЙРОФИЗИОЛОГИЯ НЕЙРО-КОМПЬЮТЕРА.....
7.1. Принцип устойчивого неравновесия Э.БАУЭРА
7.2. Митогенетические лучи А.ГУРВИЧА .....
7.3. Гирерцикл М.ЭИГЕНА 126
7.4. Парабиоз Н.ВВЕДЕНСКОГО как всеобщий биологический закон ритмики живых систем 197
7.5. Простейшая нервная система червя J3Q
7.5.1. При чем тут мозг? .....
7.5.2. Простейшая дифференцированная сеть нейронов и ее эволюционное усложнение..... 131
7.5.3. При чем тут НК "ЭМБРИОН"? 134
7.6. Гомеостаз 134
7.7. НК "ЭМБРИОН" как модель физиологического нейрона 136
7.8. Общие закономерности нервной деятельности 139
7.8.1. Принцип рефлекса И.СЕЧЕНОВА 139
7.8.2. Морфологические особенности организации нервной системы 140
7.8.3. Динамика нервного возбуждения 141
7.8.4. Принцип доминанты А.УХТОМСКОГО 141
7.8.5. Афферентный синтез и интерсенсорный перенос 142
7.9. Реципрокный сжиматель..... 142
7.10. Задания 144
8. МОТИВАЦИИ И ЭМОЦИИ В НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЕ. ПСИХОЛОГИЯ "ЭМБРИОНА"..... 145
8.1. Мотивы и потребности..... 145
8.2. Эмоции в НК "ЭМБРИОН"..... 147
8.2.1. Информационная теория эмоций П.СИМОНОВА... 147
8.2.2. Моделирование эмоций в НК "ЭМКРИОН 150
8.3. Психологии нейрокомпьютера "ЭМБРИОН"..... 152
8.3.1. "Мышка" в Т-лабиринте..... 152
8.3.2. Психологические опыты по восприятию 154

Стр.
8.4. Проблема обучения 156
8.5. Обучение и самообучение как процессы формирования поведения 156
8.6. Задания 159
9. ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРА "ЭМБРИОН" 160
9.1. Техническая диагностика 160
9.1.1. Функциональная система и проблема узнавания 160
9.1.2. Описание распознающего автомата 162
9.2. "ЭМБРИОН-3" и "ЭМБРИОН-4" в задаче адаптивного управления 166
9.2.1. "ЭМБРИОН-3" 166
9.2.2. "ЭМБРИОН-4" 169
9.3. Применение нейрокомпьютера в робототехнике 171
9.3.1. Нейрокомпьютер "ПОИСК-1" в адаптивном промышленном роботе "УНИВЕРСАЛ-5А" 173
9.3.2. Нейрокомпьютер "ПОИСК-2" в адаптивном роботе "Р-2" 176
9.3.3. Нейрокомпьютер в мобильном роботе "КРАБ" 180
9.3.4. "ЭМБРИОН-5" в задаче интерсенсорного переноса "ГЛАЗ"- "РУКА" 183
9.4. Медицинская диагностика 187
9.5. Биотехнология и экология 189
9.6. Игровые автоматы и бытовые НК 191
9.7. Коллектив "ЭМБРИОНОВ" 191
9.8. Задание 192
10. ЖИВАЯ ВСЕЛЕННАЯ 194
10.1. Вселенные в НК "ЭМБРИОН" 194
10.2. Вселенные вокруг нас 199
10.3. К вопросу о биологической эволюции или biological big bang - биологический большой взрыв 201
10.4. Управление пространством-временем. О разработке двигателя и системы управления, основанных на использовании виртуального поля 206

Стр.

і л *Ч* Задание 208

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОКОМ ПЬЮТЕРА В ГЕНЕТИКЕ 209

11 1 Условия синтеза множества нейронных сетей в НК ' "ЭМБРИОН" 209

11 2 Моделирование генетических законов МЕНДЕЛЯ 212

1 1 3 Образование групп крови и генотипы людей 217

11.4. Перспектива 219

1 1 5. Задание 220

12. ВИРТУАЛЬНЫЕ НЕЙРОНЫ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРА КАК ЭЛЕМЕНТЫ НАНОТЕХНОЛОГИИ..... 221

12.1. Компьютерное моделирование в нанотехнологии 223

12.2. Нанотехнология - это оперирование квантово-механическими объектами и системами 224

12.3. Нейрокомпьютер "ЭМБРИОН" как квантовомеханическая система 226

12.4. Продление жизни человека 229

12.5. На пути к искусственному разуму и клонирование человека..... 230

12.6. Основные направления применения нейрокомпьютера "ЭМБРИОН" в нанотехнологии..... 232

12.7. Итоги..... 234

12.8. Задания 234

ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... 235

ЛИТЕРАТУРА..... 237

Книги издательства СИНТЕГ 243

ОТ ИЗДАТЕЛЯ

"Нейрокомпьютер и мозг" - это третья выпущенная в свет издательством СИНТЕГ книга **Владимира Дмитриевича ЦЫГАНКОВА,** которого мы считаем своим постоянным автором.

Первая изданная СИНТЕГ книга В.Д. ЦЫГАНКОВА в соавторстве с В.Н. ЛОПАТИНЫМ - "Психотронное оружие и безопасность России" (Серия "Информатизация России на пороге XXI века, 1999 г., 152 с, тираж 2000 экз.). В.Д. ЦЫГАНКОВ - автор первых шести глав, посвященных психотронному оружию, защите от его отрицательного воздействия, изложению своей концепции вооружения и обеспечению безопасности России. В.Н. ЛОПАТИН - автор седьмой главы, в которой рассмотрены правовые проблемы защиты от информационного оружия. К лету 2000 г. книга разошлась практически полностью, принесла известность авторам, а также и нашему издательству, которое, кроме названной выше, выпустило несколько книг по информационной безопасности и информационным войнам[1]. Еще несколько книг по информационной безопасности готовится к выходу из печати*.

Вторая изданная СИНТЕГ книга В.Д. Цыганкова - "Вселенная Хокинга и нейрокомпьютер" (Серия "Информатизация России на

' **С.Н. Гриняев.** Интеллектуальное противодействие информационному оружию. Серия "Информатизация России на пороге XXI века". - М.: СИНТЕГ, 1999, 232 с.

В.Ф. Прокофьев. Тайное оружие информационной войны. Серия "Информатизация России на пороге XXI века". - М.: СИНТЕГ', 1999. 152 с.

Г.Г. Почсмцов. Информационно-психологическая война. Серия "Информациоиные войны". - М.: СИНТЕГ, 2000, 180 с.

Г.Н. **Устинов.** Основы информационной безопасности систем и сетей передачи данных. Серия "Безопасность". - М.: СИНТЕГ, 2000, 248 с.

; А.Я. Приходько. Информационная безопасность в событиях и фактах. **А.Я. Приходько.** Словарь-справочник по информационной безопасности.

пороге XXI века, 2000 г., 84 с, тираж 1 500 экз.) входит в нашу рубрику "Человек и Вселенная"'. Особенность книги в том, что модели Вселенной и микромира построены на базе нейрокомпьютера (ПК) "ЭМБРИОН" и предполагают предварительное знакомство с ним, которое читатель найдет в данной книге "Нейрокомпьютер и мозг".

Издательство СИНТЕГ готовит к выпуску четвертую книгу В .Д. Цыганкова - "Психотроника и нейрокомпьютер", которая явится дальнейшим развитием проблем, изложенных в его книге "Психотронное оружие и безопасность России".

Забегая вперед, скажем, что мы надеемся выпустить и пятую книгу Владимира Дмитриевича - "Нейрокомпьютер и Сверхразум", рукопись которой автор обещает передать нашему издательству в ближайшее время.

Все упомянутые выше книги объединяет детище В.Д. Цыганкова- **нейрокомпьютер "ЭМБРИОН",** разработанный им и его коллективом, изготовленный и использованный в ряде ответственных систем для решения сложнейших задач принятия решений, частично описанных в книге "Нейрокомпьютер и мозг".

Идеи создания "традиционных" электронно-вычислительных машин (ЭВМ) и нейрокомпьютеров (НК) появились в разных странах в середине XX-го века практически одновременно. Однако, несмотря на колоссальные преимущества нейрокомпьютеров, которые функционируют на принципах работы человеческого мозга при решении задач управления в реальном масштабе времени, ЭВМ оказались технологически более приспособленными для решения расчет-

---

А.С. Пресман. Организация биосферы и ее космические связи. Кибернетические основы планетно-космической организации жизни. Серия "Информатизация России на пороге XXI века". - М.: СИНТЕГ-ГЕО, 1997. 240 с.

В-И. **Бодякин.** Куда идешь, челонек? Основы -эволюциологии. Информаци-"ный подход. Дискуссионное издание. Серия "Информатизация Р'оссии на пороге XX1 века". - м.: СИНТЕГ, 199X, 332 с.

"А.С.Чуев. Физическая картина мира в размерности "длина-время". Серия ""Форматизация России на пороге XXI века". - М.: СИНТЕГ, 1999, 96 с. Сс * В, Ма Р тынов - Философия жизни. Исповсдимый путь к богачеловечности. РИя м 11оос Фера". - М.: СИНТЕГ, 2000, 400 с.

Рия "I I " Рог У льчс "ко- От "Розы Мира" Д. Андреева - к концепции "Разум". Се- "оосфера". - М.: СИНТЕГ, 2000, 72 с.

ных задач атомной энергетики, ракетно-космической техники, экономики и др. направлений деятельности, в которых мировое сообщество особенно остро нуждалось в то время.

В настоящее время, с одной стороны, назрела необходимость решения сложнейших проблем и задач принятия решений и управления в реальном масштабе времени, а с другой стороны, возникновение и уровень новых высоких информационных технологий (нанотехнологии, биотехнологии, генетики и других причастных к нейрокомпьютингу наук) требуют незамедлительного приоритетного развития нейрокомпьютерной техники, которое в обозримые годы может стать конкурентоспособным с ЭВМ. Скорее всего, это будут гетерогенные системы, состоящие из живых организмов (возможно, і не только людей), ЭВМ и нейрокомпьютеров.

Но вернемся к нейрокомпьютеру "ЭМБРИОН" и его автору. Как это не может показаться удивительным, но ни в России, ни за рубежом не создано нейрокомпьютера, по своим принципам построения и функциональным возможностям приближающегося к компьютеру "ЭМБРИОН". Это тем более странно, что материалы о нейрокомпьютере "ЭМБРИОН" известны в открытой печати более тридцати лет. Основным направлением в настоящее время как за рубежом, так и в России является программная эмуляция нейрокомпьютера на ЭВМ, которая не позволяет реализовать эффективные параллельные алгоритмы работы нейрокомпьютеров. Эмуляция - это не решение проблемы нейрокомпьютинга, поскольку НК сочетают в себе возможности, в принципе недоступные ЭВМ.

Обращаем внимание ответственных российских руководителей на то, что НК "ЭМБРИОН" - патентно-чистая российская разработка, защищенная авторским свидетельством СССР (АС №36028 от 24 января 1967 г., по заявке №971386 с приоритетом от 26 января 1966 г., заявитель НИИ управляющих вычислительных машин, авторы Цыганков Владимир Дмитриевич и Довгий Иван Николаевич), и она должна найти свое применение в первую очередь в отечественных проектах.

Зная В.Д. Цыганкова "по совместной работе" (как говорили в советские времена) с февраля 1997 года (под совместной работой в данном случае имеется ввиду работа с Владимиром Дмитриевичем

как с автором книг), не могу не высказать своего мнения о В.Д. Цы ганкове как высококвалифицированном специалисте в области нейрокомпьютинга (сужу по его опубликованным книгам и статьям перечень которых в Интернете только по проблеме НК "ЭМБРИОН" содержит 76 наименований, и готовящимся к печати рукописям), умелом руководителе (в прошлом занимал ответственные должности в НИИ УВМ, г. Пенза, и в ЦНИТИ, г. Москва), высокоэрудированном преподавателе (он преподавал в Пензенском политехническом институте; о педагогическом уровне автора можно судить по данному учебному пособию "Нейрокомпьютер и мозг"), жизнерадостном человеке (участник многих горных и альпинистских маршрутов, до сих пор ходит в туристские походы выходного дня. Этим летом во время отпуска был в горном походе по Кавказу), любящем сыне и отце (издательство СИНТЕГ выпустило книгу об отце Владимира Дмитриевича, которая была отмечена Правительством г. Москвы на конкурсе в связи с 55-й годовщиной Победы в Великой Отечественной Войне 1941-1945 гг.").

Призываю государственные министерства и ведомства, руководителей, ответственных за развитие в России высокоэффективных, стратегических, наукоемких технологий, и спонсоров на основе идей и работ В.Д. Цыганкова создать холдинг "Нейросистемы-ЭМБРИОН" с привлечением соответствующих специализированных организаций для развития работ по иейрокомпыотинту.

А книги В.Д. Цыганкова уже живут самостоятельной жизнью и принадлежат вам, дорогие читатели.

В.Л. Гуревич,
Директор издательства СИНТЕГ, к.т.н.

---

[4] **Д-С Цыганков, В.Д. Цыганков. Отец. Дневник майора Красной Армии. 1941-1945. Серия "Истоки". - М.: СИНТЕГ, 2000, 92 с.**

ПРЕДИСЛОВИЕ

Интерес к **нейрокомпьютингу** в мире неуклонно растет как со стороны теоретиков (философов, психологов, биологов, генетиков, математиков, информациологов и др.) и прикладников (разработчиков сурер-ЭВМ, технологов-микроэлектронщиков, связистов, радиоинженеров и др.), так и со стороны коммерческих структур, финансовых органов, банков, силовых ведомств. Из года в год растет объем продаж изделий нейрокомпьютерной технологии.

Сегодня существует множество направлений развития нейрокомпьютинга в нашей стране. В ежегодной Всероссийской конференции "Нейрокомпьютеры и их применение", которую организует и проводит академик МАИ, директор Научного Центра Нейрокомпьютеров Минэкономики РФ А.И. **ГАЛУШКИН,** принимают активное участие ученые стран СНГ и многих стран зарубежья. Число наименований секций уже перевалило за полтора десятка. Области применения нейрокомпьютеров быстро расширяются. Назовем некоторые из них: криминалистика, информационная безопасность, медицина, психология сознания, психотроника и др.

Именно поэтому, я думаю, полезно для российского читателя ознакомиться и, по возможности, применить нетрадиционную, оригинальную нейрокомпьютерную парадигму, разрабатываемую автором около тридцати лет, проверенную на практике путем решения ряда прикладных задач, в основном в виде электронных и, частично, в виде программных реализаций нейрокомпьютера "ЭМБРИОН".

Настоящее издание представляет собой своего рода учебное пособие собие по изучению виртуального нейрокомпьютера "ЭМБРИОН" . В нем приведены примеры его применения в промышленной робототехнике, в авиакосмической технике и дан широкий горизонт воз-

можных областей применения необычной нейрокомпьютерной парадигмы. Эта книга - ряд полезных рекомендаций по конструированию систем типа "искусственный интеллект".

Предлагаемая читателю монография является переработанным и дополненным по содержанию вариантом моей книги "Нейрокомпьютер и его применение" (издательство "Сол-Систем", М, 1993 г. 120 стр.)- Книга была издана малым тиражом и быстро исчезла с прилавков магазинов.

Работая много лет со своим детищем - виртуальным нейрокомпьютером "ЭМБРИОН", изучая квантовую микроструктуру и крупномасштабную структуру процессов возбуждения его квазинейронных сетей, я неожиданно для себя пришел к уже известной мысли о единстве крупнозернистой структуры, квантовых законов ее рождения и эволюции для трех основных уровней мироздания. МИКРомир, МАКРОмир (Космос, Вселенная) и МЕЗОмир (мозг, сознание, нейрокомпьютер) едины, взаимосвязаны и представляют собою ЖИВУЮ СУБСТАНЦИЮ. Проверить и подтвердить правомочность такого взгляда на Природу я решил на нейрокомпьютерной модели.

В процессе моделирования родилась идея написать следующую серию книг под общим названием "ЖИВАЛ ВСЕЛЕННАЯ":

часть I. "Нейрокомпьютер и мозг" (Вы, дорогой читатель, ее держите в руках),

часть II. "Квантовая сингулярность. Вселенная ХОКИНГА и нейрокомпьютер" (Вышла из печати в издательстве СИНТЕГ в 1-м квартале 2000 г. под названием "Вселенная ХОКИНГА и нейрокомпьютер"),

часть III. "Вселенский Разум и нейрокомпьютер" (готовится к изданию),

часть IV. "Психотроника и нейрокомпьютер" (опубликована издательством СИНТЕГ в 1999 г. под названием "Психотронное оружие и безопасность России". В настоящее время готовится к печати второе издание под названием "Психотроника и нейрокомпьютер").

считаю, что лишь одновременный охват умственным взором всех Уровней мироздания и психики даст возможность нам с Вами понять глубокий смысл и тайны живой материи и процессов мышления. Чтение трех последних частей серии "ЖИВАЯ ВСЕЛЕН-

ПАЯ" предполагает, что читатель уже знаком с полным описанием нейрокомпьютера "ЭМБРИОН", которое изложено в первой части предлагаемой Вашему вниманию книги "Нейрокомпьютер и мозг"

Я искренне благодарен директору издательства СИНТЕГ **В.Л. ГУРЕВИЧУ** за интерес к проблеме нейрокомпьютинга в це лом и к моим работам, в частности.

Я также благодарен программисту **А.В. СОБОЛЕВУ** за разработку программы-эмулятора **bnk-3** нейрокомпьютера "ЭМБРИОН" и **В.Л. РОЙТЕРУ** за выполнение графики, а также всем участвующим в работе над этим изданием.

И, конечно, я заранее благодарен терпеливому читателю за труд, затраченный при чтении этой книги, за те критические замечания и пожелания, которые он выскажет автору[1].

В.Д. Цыганков,
Член-корреспондент Международной
Академии Информатизации, к.т.н.

' Контакты читателей с автором можно осуществить через издательствоСИНТЕГ Тел./факс+7 (095)371-1316 , e-mail: sinteg@mail.ru , hup:// www,sinte.,ru Почтовый адрес: 109542, Москва, а/я 16.

ВВЕДЕНИЕ

Дорогой читатель! Вы никогда не задумывались над тем, почему мозг животного и человека чем-то напоминает тело сигарообразной или шарообразной формы? Что может быть общего между фазами эволюции Вселенной, квазичастицы-фонона и фазами онтогенеза живого организма, между фазами возбуждения нейронной сети в мозге и адаптационным синдромом Г.СЕЛЬЕ?

Естественно, надо полагать, что все эти подобные проявления живой и неживой природы пронизаны детерминирующей, организующей единой закономерностью, охватывающей всю Природу от МИКРОмира до МАКРОмира, от мира элементарных частиц до Космоса и Вселенной.

Информация - эта материальная сущность также подчинена общим законам эволюции Природы. Мозг, а также нейрокомпьютер (НК) как модель мозга, представляют собой сложные информационные системы, которые занимают промежуточное положение между МИКРОмиром и МАКРОмиром - Большой Вселенной и являются объектами МЕЗОмира.

В настоящей работе сделана попытка подойти к проблеме познания и моделирования мозга с единых СИСТЕМНЫХ позиций описания динамических явлений, происходящих с материей в многомерном искривленном пространстве-времени (ПВ).

Автором предпринята попытка подойти к описанию Информационной Вселенной, какой является нейрокомпьютер и, по-видимому, мозг, с позиций единого теоретического базиса, развиваемого Г.И.ШИПОВЫМ в его монографии "Теория физического вакуума", 1997 [1].

В работе описан нейрокомпьютер "ЭМБРИОН" и приведены отдельные примеры его применения в робототехнике, авиационно-

космической технике, возможного применения в иридодиагностика в генетике, в нанотехнологии.

Изложение ведется по принципу возрастающей сложности от МИКРОуровня описания частиц, взаимодействий, полей, излучений атомов, клеток через МЕЗОуровень нервных сетей и структур к МАКРОуровню функциональных систем и целых поведенческих актов, комплексов, содержащих нейрокомпьютер в качестве искусственного мозга.

Нейрокомпьютер "ЭМБРИОН" представляет собой оригинальный (Авторское свидетельство № 36028, 1967г.) генератор дискретного виртуального вероятностного поля (пространства-времени), которое моделирует нервную сеть, структуру и эволюцию ее активности.

Общий вид виртуального поля как некоторого квантового полевого объекта или квазичастицы показан на рисунке 0.1.

На рисунке видны три характерные фазы (I,II,III) эволюции процесса рождения и жизни возбуждения нервной системы как информационной системы:

I-фаза генерализации, Н-

фаза стабилизации,

Ш-фаза редукции или концентрации возбуждения в аттракторе и коллапса (сингулярности или смерти).

Эти три фазы мы часто наблюдаем в живой природе. Онтогенез, стресс, эпидемия или слухи в популяции. В нейрокомпьютере рождается, взаимодействует, образуется множество новых частиц, подобных изображенной на рисунке 0.1 квазичастице.

Если посмотреть на знаменитые уравнения А.ЭЙНШТЕЙНА из общей теории относительности (ОТО)

$$R_{jm} - 1/2 * q_{jm} * R = v * T_{jm}, \quad (0.1)$$

где R_{jm} - тензор кручения Риччи,

q_{jm} - метрический тензор,

R - скалярная кривизна,

$v=8\pi G/c^4$ - коэффициент (для поля гравитации),

T_{jm} - тензор энергии-импульса материи,

СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ
при СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 86028

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Комитет по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР выдал настоящее свидетельство

Научно-исследовательскому институту управляющих вычислительных машин

на изобретение

по заявке № 971386 с приоритетом от 26 января 1966 г.

автор и изобретения: ЦЫГАНКОВ Владимир Дмитриевич
Довгий Иван Николаевич

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Союза ССР
24 января 1967 г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР

Заместитель Председателя Комитета

Начальник отдела

Московская печатная фабрика Гознака 1966. Зак. 1197

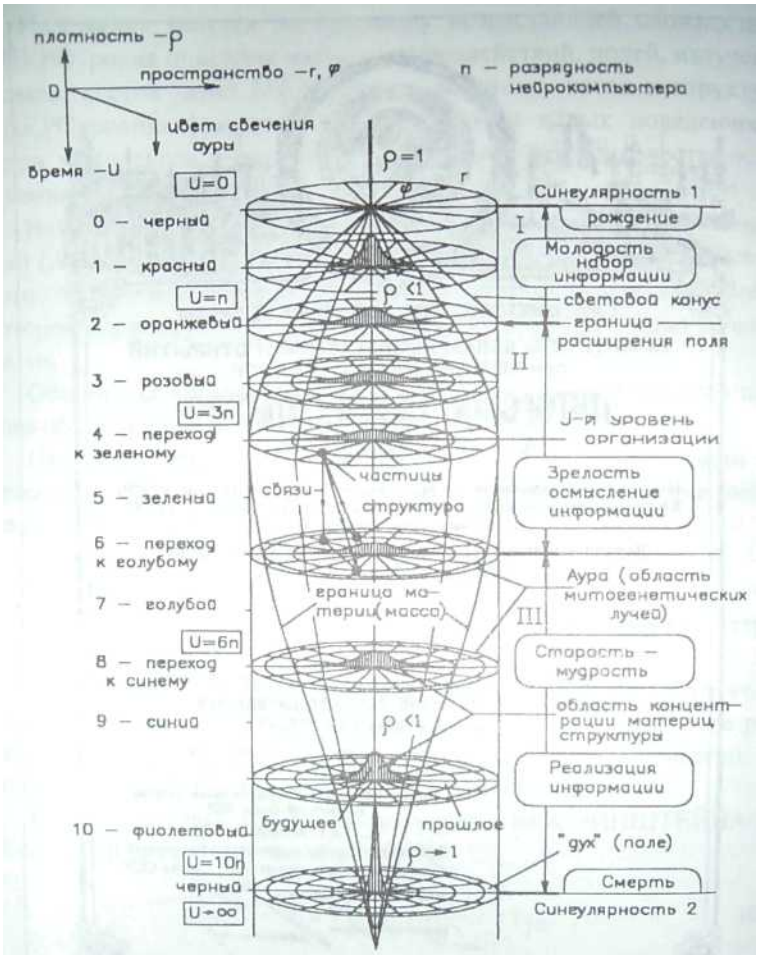


Рис. 0.1. Общий вид квантового полевого объекта типа виртуального пространства-времени или квазичастицы, генерируемого нейрокомпьютером "ЭМБРИОН" (Живая Вселенная)

то возникают естественные вопросы, а нельзя ли применить эти уравнения для описания, объяснения и расчетов полей, которые возникают в возбужденной нервной системе и при работе нейрокомпьютера? Каковы кривизна и кручение пространства-времени виртуального поля, изображенного на рисунке 0.1? Какие структурные объекты (частицы, атомы, молекулы) рождаются и взаимодействуют в таком поле? Каковы корпускулярно-волновые характеристики этих объектов?

На некоторые из этих вопросов я попытаюсь ответить, но еще больше вопросов читатель задаст сам, на которые я пока и сам не знаю ответа.

В зависимости от назначения нейрокомпьютер "ЭМБРИОН" может иметь множество аппаратных и программных реализаций. Два варианта аппаратной реализации представлены на фото 1 и 2.

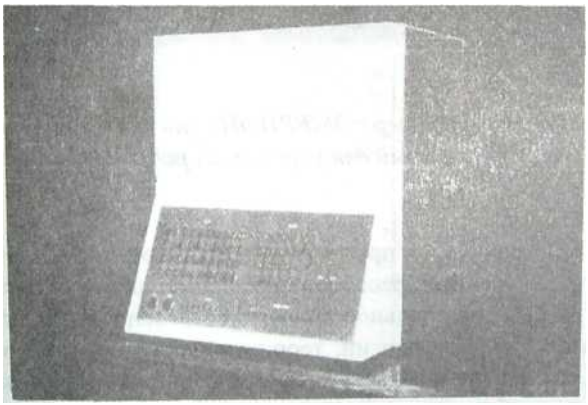


Фото 1. Нейрокомпьютер «ЭМБРИОН», предназначенный для технической диагностики. Лицевая панель представляет собой сенсорную матрицу на тиратронах для задания нейронной сети (1974 г.)

Настоящая книга написана в виде учебного пособия из нескольких занятий, которые рассчитаны на молодых ученых, студентов и

старшеклассников, делающих первые шаги в науку. Занятия могут оказать помощь в освоении новых информационных технологий при конструировании нейрокомпьютеров как ЭВМ шестого поколения, а также в работах по созданию искусственного интеллекта.

,

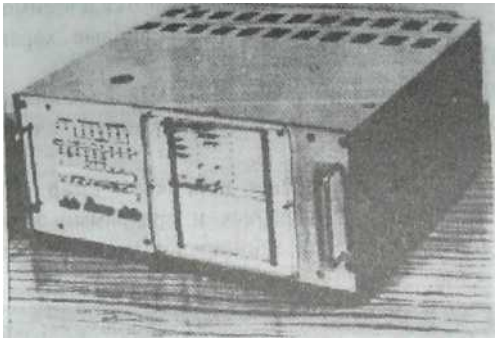


Фото 2. Нейрокомпьютер «ЭМБРИОН» универсального исполнения, предназначенный для управления роботами (1975 г.)

При всей кажущейся простоте описываемой модели нейрокомпьютера при изучении и рассмотрении примеров его применения от читателя требуется начальное знакомство с основными понятиями нейрофизиологии, психологии, теории информации и теории вероятностей, физики, теории автоматического управления и некоторая напряженная работа при освоении материала. Для читателя, имеющего доступ к научным фондам Российской Государственной библиотеки (бывшей Библиотеки им. Ленина), я могу в помощь рекомендовать мою книгу "Нейрокомпьютер и его применение", которая вышла в России в 1993 году в издательстве "Сол Систем" [2].

Особенностью настоящей книги является также то, что значительная доля информации о нейрокомпьютере содержится в рисунках, в схемах и в программах, а часто и между строк. Эта книга ■

исходный материал для самостоятельных поисков и новых разрааоток нейрокомпьютеров.

В состав занятий включены листинги простых, еще "сырых", неотшлифованных программ, ряд простых формул, схем и графиков, которые должны позволить читателю сесть за обычный персональный компьютер, запустить модели в работу, углубиться в изучение теории, взять в руки паяльник и создать СВОЙ оригинальный, замечательный нейрокомпьютер.

Если любезный читатель мне позволит, я попрошу его выполнить ПЕРВОЕ ЗАДАНИЕ этого учебного цикла, написать после освоения материала учебного пособия программу, которая бы в цвете на экране дисплея рисовала бы форму, структуру и динамику рождения и жизни виртуальных частиц, вселенных или полей, изображенных на Рис.0.1.

А теперь начнем знакомство с нейрокомпьютером "ЭМБРИОН".

1. НЕЙРОКОМПЬЮТЕР КАК ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА. УРОВНИ ОПИСАНИЯ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРА

Когда мы произносим слово нейрокомпьютер, мы невольно думаем о мозге, о нервной системе, о том, что нейрокомпьютер управляет поведением. И это естественно. Ибо нейрокомпьютер - это в первую очередь не просто специфический вычислитель, а модель мозга как органа координации и управления целесообразным поведением того "индивидуума", который является носителем или хозяином этого искусственного мозга.

Поэтому первым условием того, чтобы нейрокомпьютер имел такое название - это требование некоторого функционального и структурного подобия с живым мозгом.

Второе требование к нейрокомпьютеру - это его неразрывное единство как управляющего центра с периферией, с рецепторной (афферентной, сенсорной, воспринимающей) и эффекторной (эфферентной, моторной, исполнительной) частью в составе единой сложной системы. Мы таким образом приходим при конструировании нейрокомпьютеров к важной проблеме "центр и периферия", "целое и часть" и их взаимоотношениях при функционировании единой системы.

Итак, мы с Вами к проблеме создания нейрокомпьютеров должны подходить с позиций СИСТЕМНОСТИ.

Рассмотрим, что это такое.

1.1. Принцип системности

Вы, конечно, согласитесь, что груда кирпича сваленного с грузовика - это система из многих взаимодействующих однотипных элементов. Но из этой груды не получится красивый дом, если отсутст-

1. НЕЙРОКОМПЬЮТЕР КАК ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА. УРОВНИ ОПИСАНИЯ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРА

Когда мы произносим слово нейрокомпьютер, мы невольно думаем о мозге, о нервной системе, о том, что нейрокомпьютер управляет поведением. И это естественно. Ибо нейрокомпьютер - это в первую очередь не просто специфический вычислитель, а модель мозга как органа координации и управления целесообразным поведением того "индивидуума", который является носителем или хозяином этого искусственного мозга.

Поэтому первым условием того, чтобы нейрокомпьютер имел такое название - это требование некоторого функционального и структурного подобия с живым мозгом.

Второе требование к нейрокомпьютеру - это его неразрывное единство как управляющего центра с периферией, с рецепторной (афферентной, сенсорной, воспринимающей) и эффекторной (эфферентной, моторной, исполнительной) частью в составе единой сложной системы. Мы таким образом приходим при конструировании нейрокомпьютеров к важной проблеме "центр и периферия", "целое и часть" и их взаимоотношениях при функционировании единой системы.

Итак, мы с Вами к проблеме создания нейрокомпьютеров должны подходить с позиций СИСТЕМНОСТИ.

Рассмотрим, что это такое.

1.1. Принцип системности

Вы, конечно, согласитесь, что груда кирпича сваленного с грузовика - это система из многих взаимодействующих однотипных элементов. Но из этой груды не получится красивый дом, если отсутст-

вуют проектные чертежи, рабочие-строители и график строительства, реализованный в пространстве и во времени.

Если обратиться к множественным моделям нейронных сетей, например [3], то здесь мы также имеем примеры однородной (многослойной) массы однотипных взаимодействующих элементов (промежуточные слои нейронов).

Основной вопрос, над которым многие годы бьются разработчики нейронных сетей: какой **системный принцип** должен объединять и организовывать элементы в их совместной работе?

И здесь, естественно, если речь идет о моделировании нейронного принципа организации и функционирования живого, **то ответ нужно искать в нейрофизиологии.**

Идея о целесообразности или единстве любой системы возникла еще в начале эры цивилизации. Гармонию между целым, "универсумом" и отдельными его частями мира давно пытается понять человек.

От диффузных и недифференцированных форм "целое" постепенно приобретало в умах человечества значение некоторого гармонически организованного взаимодействия своих частей. Появилось научное направление под названием "СИСТЕМНОГО ПОДХОДА".

Система, как утверждают сторонники этого подхода, является изоморфным принципом и той силой, которые проникают через все границы между частями целого, между различными науками, изучающими организмы, общество, большие технические системы.

Нужен такой ПРИНЦИП СИСТЕМНОСТИ, который в свою очередь связал бы и объяснил организацию и функционирование больших биологических систем, их поведение с молекулярным уровнем процессов, включенных в это поведение.

Кто же организовывает "целое", что это за такая сила? Одни считают, что это некоторая неорганическая, "духовная" сила, которая находится постоянно в "надорганическом состоянии" и обладает качеством "одухотворения" (это "энтехелия Дриша, "мнема Блейлера", "руководящая сила Кл.Бернара").

Другие (великий русский нейрофизиолог И.П.Павлов, кстати первый в области физиологии применил термин "система") целост-

носгь организма объясняют возникновением динамического стереотипа при высшей нервной деятельности.

Все ищут тот системный принцип, который явился бы методологическим инструментом или концептуальным мостом между фактами целостного поведения организма и множеством фактов, полу. ценных при изучении организма на разных субуровнях организации, разных его частей и органов.

А.ЭЙНШТЕЙН считал, что причина объединяющая части в целое следует из логически необходимых ВНУТРЕННИХ взаимодействий частей, а Н.БОР считал, что целое образуется за счет ВНЕШНЕГНО феноменологического "принципа дополнительности", отражающего специфические признаки целого.

Итак, разработчику нейрокомпьютера нужен критерий, по которому компоненты собраны, упорядочены, организованы в единую систему. Нужна конкретная концепция системы. Нужна такая концепция, которая позволяла бы, аналогично живому организму, создавать системы, обладающими способностью к ЭКСТРЕННОЙ МОБИЛИЗУЕМОСТИ и САМООРГАНИЗАЦИИ, динамически и адекватно приспосабливающие элементы и целый организм к изменению внешней обстановки. Нужна надструктурная теория, которая объяснила бы появление высших форм жизни в эволюции Вселенной от элементарных частиц и атомов до звезд, от белковых молекул и вирусов до мыши и человека.

Здесь уместно вспомнить слова Н.ВИНЕРА, сказанные им в 1964 году, «Главные проблемы биологии связаны с системами и их организацией во времени и пространстве. И здесь САМООРГАНИЗАЦИЯ должна играть огромную роль». Это в полной мере относится и к проблеме конструирования нейрокомпьютера.

Что же является системообразующим фактором, делающим систему "целой"?

1.2. Функциональна» система П.К.АНОХИНА

Я убежден в том, что нельзя построить настоящую теорию нейрокомпьютера и сконструировать эффективно работающий образец или написать программу, если не использовать накопленный опыт и знания об особенностях организации и функционирования именно биологических, более конкретно, нейрофизиологических систем. Иначе их, нейрокомпьютеры, не следует называть НЕЙРО-, **а** следует просто относить к классу спецвычислителей (матричных, параллельных, СУПЕР-). Ведь обычный биологический нейрон имеет по крайней мере пять возможных состояний активности: возбуждение или торможение, облегчение или депрессия, положительное или отрицательное последействие (или оба вместе), спонтанное расслабление или тонизация, градуированные ответы, ответы спайкового или местного характера, чего нет у известных моделей формальных нейронов.

В результате своих многолетних исследований в течении 1935-1973 г.г. П.К.АНОХИН [4] пришел к важнейшему выводу и доказал его блестяще в экспериментах, что любая живая система, а тем более высокоорганизованная, обладает тем свойством, что она формирует ПОТРЕБНОСТИ в получении КОНКРЕТНОГО РЕЗУЛЬТАТА или сама себе ставит ЦЕЛЬ уже В САМОМ НАЧАЛЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПОВЕДЕНЧЕСКОГО АКТА. "Цель всегда *ОПЕРЕЖАЕТ* (курсив мой, В.Ц.) реализацию ее организмом, т.е. получение полезного результата" (П.К.АНОХИН).

Этот вывод лег в основу его известной ТЕОРИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ [5], первая страница которой приведена ниже. Эта теория может быть названа ОБЩЕЙ ТЕОРИЕЙ СИСТЕМ, ибо она удовлетворяет двум логическим требованиям, предъявляемым к такой теории:

- она вскрывает и объясняет закономерности процессов или механизмов, которые являются изоморфными для различных классов явлений и уровней организации целого (клетки, организмы, общество, производство);

УСПЕХИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Том 1
№ 1
1970

Дорогому Владимиру Ивановичу Шмальгаузену с уважением и благодарностью за большую помощь в моей работе. П. К. Анохин 19 III 1970 г. Москва

ТЕОРИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

П. К. АНОХИН

1 Московский медицинский институт имени И. М. Сеченова

В статье дан критический обзор основных положений научного направления, получившего в последние годы название «системного подхода в биологии» и «общей теории систем». Детальному разбору подвергнуты формулировки системы, употребляемые в различных научных дисциплинах, и дана разграничительная линия, отделяющая эти формулировки от теории функциональной системы.

Особенно важно то, что в статье изложены даны общая стратегия исследовательской работы на основе функциональной системы, как методологического принципа.

Согласно автору статьи излишняя теоретизация «системного подхода» в последние годы привела к отходу от основной цели всего системного направления. Эта цель, по мнению автора статьи, состоит в том, чтобы создать такую концепцию, которая позволяла бы поставить фундаментальный эксперимент на новой системной основе и дать более широкую трактовку полученного материала.

Автор предлагает ряд конкретных узловых механизмов системы («операциональная архитектоника функциональной системы»), которые в целом создают концептуальный мост между системным уровнем и тончайшими аналитическими процессами биологических систем. Этим усовершенствованием «системного подхода» реализуется основная цель этого важного научного направления.

I. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

В настоящее время общепризнанно, что «общая теория систем» и «системный подход» как новое научное движение завоевывают все более и более широкие круги исследователей. Наряду с его большим значением для технических наук он становится особенно популярным среди биологов и физиологов, где его польза и непосредственный конструктивный эффект в научном исследовании становится исключительно демонстративным.

Технические науки, особенно в области автоматического регулирования, тоже ощущают весьма широкую потребность включить в свою конкретную работу системный подход как постоянный инструмент синтетического понимания систем различной сложности до «больших систем» включительно.

Однако системному подходу, который, по существу является более усовершенствованным, дифференцированным и конструктивным подходом к синтетическим проблемам жизни, предшествовала многолетняя тенденция изучать целостный организм. Трудно сказать когда исследо-

- в ней найден убедительный критерий изоморфности явлений различных классов - это "РЕЗУЛЬТАТ" как системообразующий принцип или фактор.

Рассмотрим основные положения этой теории. Любой нейрон в нервной системе имеет многочисленные потенциально возможные степени свободы (режимы возбуждения и связи). Конечный полезный результат выступает детерминирующим, системообразующим фактором, который освобождает части большой системы от избыточных степеней свободы, т.е. упорядочивает систему. Поэтому в живой системе элементы не взаимодействуют, а (по Анохину) ВЗАИМОСОДЕЙСТВУЮТ. Это относится не только к нервной системе, но и к мышечной, вообще к любой живой системе. Чем ни **синергетика** сегодня?

Нарушение этого условия приводит к хаосу в поведении и в координации работы подсистем.

1.2.1. "РЕЗУЛЬ ТА Т" как системообразующий фактор

Изучая компенсацию нарушенных функций нервной регуляции поведения при травмах или направленных операциях, а также выработку новых навыков при обучении по условно-рефлекторной методике, П.К.АНОХИН установил, что в живой системе имеется целый **континуум результатов** по подсистемам организма, по отдельным функциям и по поведению целого. Если результат на каком либо уровне не достигается, то по методу "проб и ошибок" возникает активный подбор новых компонентов, сочетаний элементов системы и режимов их работы, пока не будет достигнут желаемый <u>глобальный результат</u> или цель.

Всю деятельность системы и ее возможные изменения можно целиком представить в терминах получения определенного **полезного результата,** как ЦЕНТРАЛЬНОГО ФАКТОРА системы:

- КАКОЙ результат должен быть получен?
- КОГДА именно необходимо получить результат?
- КАКИМИ механизмами (исполнительными подсистемами) должен быть получен результат? А их множество.

- КАК система убеждается в достоверности полученного результата?

Эти четыре вида деятельности реализуются основными узловыми механизмами функциональной системы. Недостаточность результата ЭКСТРЕННО реорганизует всю систему.

Нервная система выступает важнейшим звеном функциональной системы, ее координирующим органом.

Теперь мы можем привести определение понятия системы, данное П.К.АНОХИНЫМ. *"Системой можно назвать только такой комплекс избирательно вовлеченных компонентов, у которых взаимодействие и взаимоотношение приобретает характер взаимоСОдействия компонентов на получение фокусированного полезного результата".*

Степень содействия компонента оценивается по степени приближения текущего результата к конечному полезному значению, выраженному через ПАРАМЕТРЫ РЕЗУЛЬТАТА.

Поэтому, функциональная система - это МНОГОКАНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ, с "санкционирующей обратной афферентацией" (по АНОХИНУ). Все компоненты, не помогающие получению результата, по каналам обратной связи устраняются из активной деятельности или, наоборот, включаются в работу нужные компоненты. Система неравновесная, постоянно стремится получить полезный результат и при этом она, как правило, компенсирует внешние и внутренние возмущения (стремится к равновесию), а если это необходимо, то система сама вызывает возмущение, создает неравновесное состояние.

Вся прелесть живой системы (в отличие от технических систем) в том, что ожидаемый результат, выраженный через параметры результата, формируется системой в виде экстренной модели РАНЬШЕ, чем появится фактический результат.

Итак, результат - это ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ феномен, поэтому и система названа ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ.

1.2.2. Состав функциональной системы и иерархия систем

Схема функциональной системы приведена на Рис. 1.1, где видны основные ее составляющие компоненты и операциональная архитектоника их взаимосвязей - ее структура.

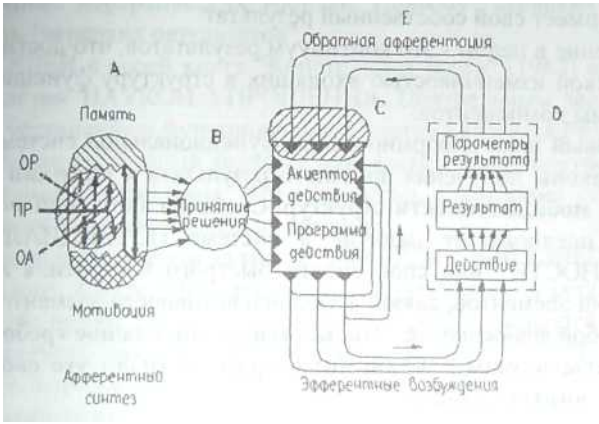


Рис. 1.1. Общая архитектура функциональной системы

Состав системы обычно идентифицируют либо по анатомическому типу или по типу функционирования. Однако в целом организме ни один полноценный результат нельзя получить только за счет одной анатомической системы: кровообращения, мышечной, дыхательной, а только при их взаимосодействии. Здесь речь идет о системе как о гетерогенном образовании.

На рисунке приняты следующие обозначения: А- стадия афферентного синтеза, ОР - ориентировочный рефлекс, ПР - пусковой раздражитель, ОА - обстановочная афферентация, В - принятие решения, С - формирование акцептора результатов действия и эфферентной программы самого действия, Д - получение полезного ре-

зультата действия и Е - формирование обратной (санкционирую. щей) афферентации для сличения полученного результата с запрограммированным.

Поэтому мы в каждом конкретном случае будем выделять "структурные уровни", "структурно-системную организацию".

Функциональная система складывается из динамически мобилизуемых структур в масштабе целого организма, причем каждая структура имеет свой собственный результат.

Поведение в целом - это континуум результатов, что достигается динамической изменчивостью входящих в **структуру** функциональной системы компонентов.

На первый план в формировании функциональной системы выступают законы получения полезного результата и **принцип динамической мобнлизуемости** структур. Свойство внезапной мобилизуемое™ предполагает наличие в системе ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ или способности быстрого построения любых комбинаций элементов, связей и уровней активности элементов системы в любой аранжировке. **Это, кстати, очень важное требование к разрабатываемым нейрокомпьютерам. Сегодня это свойство называют виртуальностью.**

Функциональный принцип выборочной мобилизуемости структур является ДОМИНИРУЮЩИМ в общей теории систем.

Так как существует иерархия, континуум результатов, то, естественно, существует и иерархия функциональных систем от молекулярного уровня до уровня целостного поведенческого акта. Мы имеем в организме грандиозную иерархию систем! Поэтому не будем упрощать нейрокомпьютер до уровня однородной структуры!

А теперь рассмотрим схему и ответим на вопрос, какими кон кретными узловыми механизмами своей архитектуры соединяются субсистемы для образования суперсистемы, считая, что эти меха-. низмы едины для всех уровней.

Из анализа фактов изучения функциональных систем следует ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЙ ВЫВОД о составе иерархии:

все функциональные системы независимо от уровня своей организации и **от количества их компонентов имеют принципиально ОДНУ и ту же АРХИТЕКТУРУ, в которой РЕЗУЛЬТАТ**

является ДОМИНИРУЮЩИМ фактором, СТАБИЛИЗИРУЮЩИМ **организацию систем.**

Система не может быть стабильной, если сам результат своими существенными параметрами не влияет на систему по каналам обратной афферентации. Любая система, в том числе техническая и производственная, должна подчиняться этому правилу. Именно результат строит суперсистему за счет контакта результатов субсистем разных иерархических уровней. Поэтому "иерархия систем" - это есть "иерархия результатов".

У.ЭШБИ в своей книге "Конструкция мозга" (1962) считал теорию систем НАУКОЙ УПРОЩЕНИЯ. Центральным звеном механизма упрощения в функциональной системе является РЕЗУЛЬТАТ. Это механизм, который является одновременно как внутренним, так и внешним для системы. Это аттрактор, к которому стягиваются все взаимодействия элементов системы.

Следующим звеном является АФФЕРЕНТНЫЙ СИНТЕЗ. На основе своих внутренних процессов биосистема сама решает, какой результат нужен в данный момент. Этот вопрос решается на стадии афферентного синтеза. В эту стадию входят ЧЕТЫРЕ КОМПОНЕНТА, которые подвергаются ОДНОВРЕМЕННОЙ обработке:

- доминирующая на данный момент МОТИВАЦИЯ (ПОТРЕБ НОСТЬ),
- ПАМЯТЬ,
- ОБСТАНОВОЧНАЯ АФФЕРЕНТАЦИЯ,
- ПУСКОВАЯ АФФЕРЕНТАЦИЯ.

Условие одновременной встречи этих сигналов на данной стадии еще одно из требований к создаваемому нейрокомпьютеру.

В нервной системе это обеспечивается за счет интегративной Деятельности нейрона, конвергенции на одной нервной клетке сигналов от разномодальных структур мозга и периферии за счет корково-подкорковых групповых связей (Рис. 1.2). Итогом завершения стадии афферентного синтеза является ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ или ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕЛИ поведения.

Доминирующая мотивация и память соотносятся с обстановкой и сужают потенциальное поле возможностей двигательной или исполнительной системы, создают по Н.А.БЕРНШТЕЙНУ [6] "двига-

тельную задачу", ПРОГРАММУ ДЕЙСТВИЯ или программу движения (часто символического) к виде сигналов к нужным мышцам нужный момент. Одновременно с рождением программы действия создается удивительное образование - АКЦЕПТОР ДЕЙСТВИЯ или аппарат прогноза будущего результата, механизм предвосхищения цели поведения. Этого аппарата, безусловно, нет в наших современных нейрокомпьютерах. ВЫБОР параметров будущего результата уже произведен ДО появления реального движения и получения фактических параметров результата.

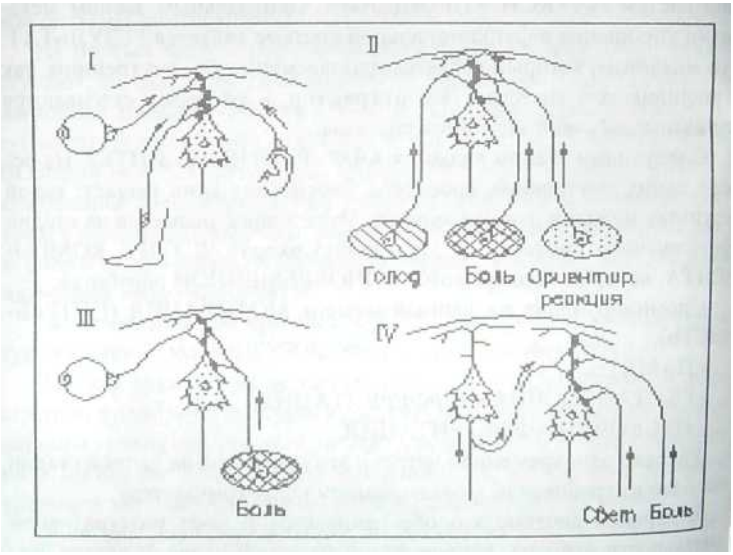


Рис. 1.2. Типы конвергенции на одном нейроне

Динамически, по принципу экстренной мобилизуемости, возни-кает динамическая модель будущего результата или цепочки ре-зультатов, выраженная в афферентных свойствах, в параметрах ре-

зультата (и конкретных чначеннях будущих, желаемых раздражениях вкусовых, тактильных, в зрительных **и** слуховых образах).

Это процесс сугубо ВНУТРЕННИЙ для системы, а не привносимый ее создателем извне в данный момент.

Здесь мы вплотную соприкасаемся с таинством ПСИ-проблемы (подробнее смотри ЦЫГАНКОВ В.Д., ЛОПАТИН В.Н. «Психотронное оружие и безопасность России» [7]).

Аппарат акцептора действия - это в то же время и некоторая многопараметрическая схема сравнения, где сравниваются будущие параметры результата (желаемое) с фактическими (действительное) и вырабатывается сигнал в виде ОБРАТНОЙ АФФЕРЕНТАЦИИ как сигнал рассогласования, который через ветвь обратной связи, либо САНКЦИОНИРУЕТ ДЕЙСТВИЕ, либо модифицирует стадию афферентного синтеза. Буквально в долях секунды процесс может развиваться в цепочках обратной связи: результат ~> обратная афферентация -> сличение и оценка реального результата в акцепторе -> коррекция -> новый результат.

Обратную афферентацию иначе называт САНКЦИОНИРУЮЩЕЙ. Если результат не достигается, то возникает новое возбуждение от акцептора действия в блок афферентного синтеза, что вызывает ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ РЕФЛЕКС - подбор ноной комбинации раздражителей, сигналов, участвующих в афферентном синтезе.

Итак, мы видим, что функциональная система - это эволюционирующее в онтогенезе МНОГОУРОВНЕВОЕ, МНОГОКОМПОНЕНТНОЕ ДИНАМИЧЕСКОЕ образование, состоящее из гетерогенных структур.

Выделим для построения нейрокомпьютера как функциональной системы основные его уровни организации и функционирования.

1.3. Уровни описании нейрокомпьютера как **функциональной системы**

Говоря об уровнях организации и функционирования, мы будем иметь в виду суперсистему, состоящую из субсистем. Нейрокомпьютер "ЭМБРИОН" достаточно сложный для теоретического описания и анализа объекта. Для выбора языка описания или формализа-

ции обычно идентифицируют переменные и величины, которые наиболее ярко и характерно представляют объект (модель) и его свойства.

Всякая формализация системы или описание ее на каком-либо математическом языке приводит к двум противоположным результатам:

во-первых, она позволяет от неопределенных, словесных, размытых описаний объекта изучения или моделирования перейти к конкретной (строгой в математическом смысле) системе понятий, то есть СУЖАЕТ поле описания или знания об объекте,

во-вторых, всестороннее исследование математической модели, знание всех постулатов, аксиом, заложенных в выбранной теории, позволяет открыть и так же предсказать количественно новые свойства объекта, новые области его применения, то есть РАСШИРЯЕТ знания об объекте.

Аналогично тому как в физике механическую систему (например, кристалл, газ, жидкость) описывают на МИКРОСКОПИЧЕСКОМ или МАКРОСКОПИЧЕСКОМ уровнях, в зависимости от целей описания, мы сможем описывать нейрокомпьютер на нескольких разных уровнях.

Для нашего случая рассмотрения модели нейрокомпьютера "ЭМБРИОН" мы выберем следующие условные уровни описания:

I. МИКРОСКОПИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ

1a. квантовомеханический (частица, квант действия, поле вероятностей, информационный атом),
Ib. молекулярный (цепочки и группы атомов), 1c. клеточный (нейроны разных уровней и назначений, рецеп-торные и двигательные клетки),

II. МЕЗОСКОПИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ

Па. сетевой (ансамбль или сеть нейронов, рецептивное поле, на коры мозга),

IIb. физиологический (сенсорная и моторная система, доминан-та, гомеостаз, полезный результат, рефлекс).

Ш.МАКРОСКОПИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ

III a, психологический (восприятие-действие, обучение, цель, установка, эмоции, поведение).

III b. философский (материя, пространство-время, целое—часть, необходимое-случайное).

Естественно, описать работу нейрокомпьютера "ЭМБРИОН" на всех перечисленных выше уровнях подробно в рамках наших кратких занятий невозможно. Но о каждом уровне мы обязательно немного расскажем.

Начнем знакомство с "ЭМБРИОНОМ" с описания его МИКРО-УРОВНЯ.

1.4. Задания

/. В чем суть принципа системности?

2. Дайте определение функциональной системы (ФС).

3. Из каких блоков состоит внутренняя структура функциональной системы? Какова временная последовательность в ФС?

4. Где, по Вашему мнению, может быть расположен акцептор ре зультата действии? Поищите ответ в литературе. Если найдете ответ, поставьте себе 6 балов из 10. Если в процессе поисков Вы измените свое решение о месте локализации и найдете подтвер ждение, Вам 8. Если ответа в литературе не найдете, но знаете, что делать дальше, поставьте себе 9,5 балов.

2.КВАНТЫ, ЧАСТИЦЫ, АТОМЫ
(Введение в атомную информатику)

Дорогой читатель! Мне хотелось бы, чтобы Вы взглянули на проблему конструирования нейрокомпьютера не как узкий специалист в области нейрокомпьютеров, а с несколько более широких, я бы сказал, с фундаментальных, даже с философских позиций.

Я хочу, чтобы Вы почувствовали себя Создателем, Творцом, Богом Вселенной, Сверхразумом и СОЗДАЛИ САМИ СВОЮ ЖИВУЮ ВСЕЛЕННУЮ - некую динамическую, эволюционирующую информационную Вселенную, систему - нейрокомпьютер.

Настоящие занятия - не набор правил, уроков, выполнив которые Вы получите готовый мощный нейрокомпьютер, а некоторый АЛГОРИТМ КОНСТРУИРОВАНИЯ, систематизированный набор возможных рекомендаций, идей, а кое-где и примеров их реализации.

Итак, начнем с МИКРОуровня описания нейрокомпьютера. Дадим начальное введение в атомную или квантовую информатику.

2.1. **Частицы**

Хопфилд [8], для описания процессов происходящих в нейронных сетях, не случайно обратился к физическим аналогиям, к спиновым процессам в магнитооптических средах. По-моему, здесь не просто внешняя аналогия и удобный математический аппарат, а лежат в основе более фундаментальные принципы и законы. Я бы их назвал законами АТОМНОЙ ИНФОРМАТИКИ.

Пусть по Г.ШИПОВУ [1] существует плотно упакованный "физический вакуум", из которого рождаются различные возбужденные состояния, объекты физической реальности (Рис.2.1).частицы, поля, газ, жидкость, твердое тело и т.д.

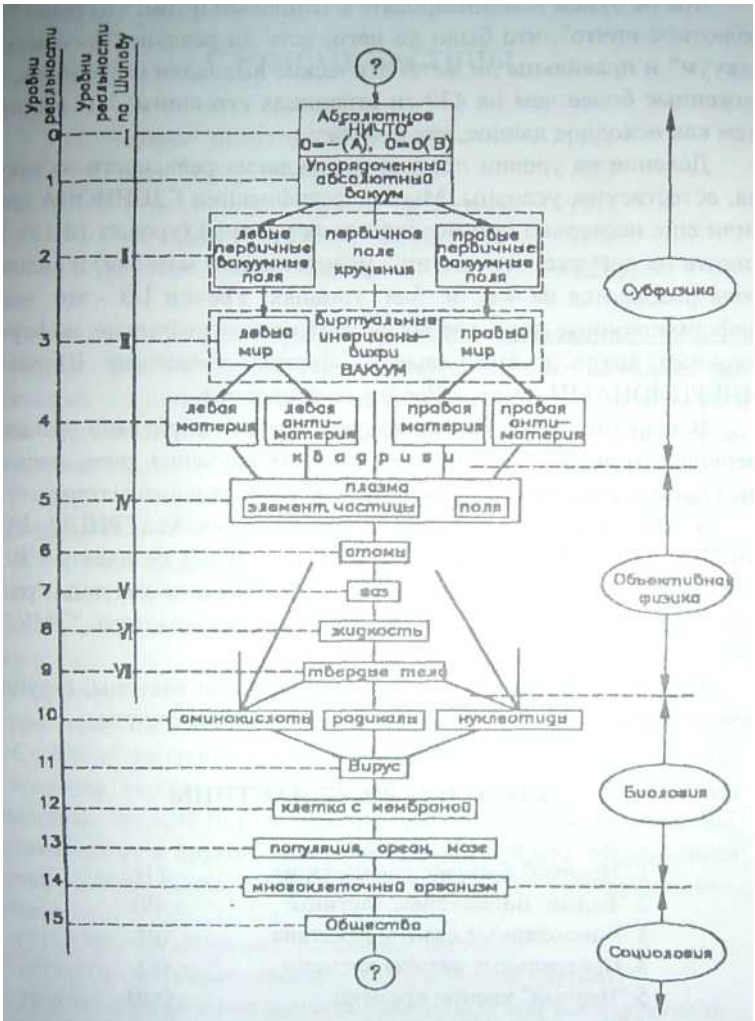


Рис. 2.1. Уровни физической реальности

Мы не будем полемизировал) с Шиповым о том. что такое "абсолютное ничто", что было до него; есть ли реально "физически" вакуум" и правильны ли математические выкладки и формулы из ложенные более чем на 430-ти страницах его книги. Мы все примем как исходное данное, как аксиому.

Деление на уровни процессов рождения реальности из вакуума, естественно, условны. Мы к классификации Г.ШИЛОВА добавили еще несколько нам необходимых уровней (уровни 10-15). Вы видите на рисунке, что частицы (вещество или материя) и силовые поля рождаются на 4-м и 5-м уровнях. Уровни 1-3 - это чисто информационные поля, где возникают неэнергетические, информационные вихри и виртуальные объекты, названные Шиповым ИНЕРЦИОНАМИ (смотри Рис.0.1 во введении).

В зависимости от того, в какую сторону направлено вращение первичного вихревого, торсионного поля кручения, рождается левый или правый мир, левая или правая материя и антиматерия.

У Вас имеется множество вариантов из МАТРИЦЫ ВОЗМОЖНОГО в Природе ("Абсолютного ничто") создавать СВОЙ набор частиц и полей. Давайте рассмотрим, какие частицы "родились" из "ничто" по воле Создателя нейрокомпьютера "ЭМБРИОН".

Вначале перечислим все имеющиеся у нас частицы, сгруппировав их в группы по сложности. Это следующие группы.

ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ

1."Черные" биполярные частицы	(1)
2."Белые" биполярные частицы	(0)
3. Униполярные кванты действия	(p)
4. Нейтральные кванты времени	(u)
5."Черные" кванты времени	(+u)
6."Белые" кванты времени	(-u)
7. Положительные кванты излучения	(+v)
8. Отрицательные кванты излучения	(-v)

СЛОЖНЫЕ ЧАСТИЦЫ

1 ."Черные" инертные бичастицы - (11)
2."Белые" инертные бичастицы - (00)
3. Возбужденные "черные" бичастицы - (01)
4. Возбужденные "белые" бичастицы - (10)
5. Дуплеты время-действие - (u,p)

Теперь кратко охарактеризуем частицы и их свойства. (1),(0) - долгоживущие элементарные частицы, имеющие два устойчивых состояния, т.е. триггер с двумя входами, установки и сброса. Состояние 1 или 0 хранится до момента воздействия дуплета (+u,p) или (-u,p).

(+u),(-u) - сигналы разрешения на единичном или нулевом входе (полюсе) частицы (1),(0).

(u) - сигнал переноса информации в сложных частицах, p - квант энергии-вещества, импульс, переключающий триггер из одного состояния в другое. Действует всегда в паре с квантом времени (и).

(+v),(-v) - импульсы дифференцирования фронтов переключения триггера, электромагнитное излучение.

Сложные частицы - это две связанные элементарные частицы, Два триггера, выходы одного соединены со входами другого. При воздействии дуплета (u,p) состояние одного, назовем его внешним, переписывается в другой, внутренний. Первая слева элементарная частица - это оболочка, а правая - это сердцевина информационного атома.

(11),(00) - это инертные, пассивные частицы. (01),(10) - это неравновесные, возбужденные частицы. При попадании в них дуплета-кванта (u,p) они как бы деградируют, внутренняя часть теряет свою индивидуальность и принимает цвет, заряд, свойства наружной частицы, становясь в целом инертной, пассивной, не способной к активным переходам.

При переходах рождаются кванты деградационного (по А.Г.ГУРЕВИЧУ [9]) **излучения** (+v),(-v). Нужно изменить состояние внешнего слоя сложной частицы, чтобы появилась возможность нового перехода, т.е. создать **неравновесное состояние.**

2.2. Взаимодействия

Разрешим нашим частицам взаимодействовать друг с другом но в рамках ниже следующей таблицы правил или ограничений Будем помнить, что при взаимодействии текущая масса p частицы увеличивается на единицу, т.е.

p:=p+1.

Поток вещества Jp=NS из "ничто" при u=0 оседает на каждой из встретившейся во время взаимодействия частице, оставляя на ней свой след.

Потоки квантов времени (u) и действия (p) между собой не взаимодействуют.

ВИДЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ И ПРЕВРАЩЕНИЙ ЧАСТИЦ

а) Образование дуплетов время-действие.

1. (u) + (p)--> (u,p)
2. (+u) + (p)--> (+u,p)
3. (-u) + (p)-> (-u,p)

и) Взаимодействия дуплетов с элементарными частицами.

1. (+u,p) + (0)~>(l) + (+v)
2. (-u,p) + (1)-> (0) + (-v)
3. (+u,p) + (1)->(1)
4. (-u,p) + (0) -> (0)

с) Образование сложных частиц.

1. (1) + (0)~>(10)
2. (1) + (1)->(11)
3. (0) + (1)->(01)
4. (0) + (0) --> (00)

д) Взаимодействия дуплетов со сложными частицами.

1. (u,p) + (10)-->(ll) + (+v)
2. (u,p) + (01)-->(00) + (-v)
3. (u,p) + (11)-->(11)
4. (u,p) + (00)--> (00)

е) Образование информационных n-атомов.

1. **(10)** + **(11)** -> **(11/01),** n=2
2. (00) + (11) + (11) -> (011/011), n=3
3. (10)+(10)+(01)+(01)--> (1100/0011), n=4
4. и так далее.

Здесь мы будем подразумевать S/P как S - наружный слой частиц, а P - внутренний слой частиц или ядро информационного и - атома.

2.3. Информационные атомы

Итак, мы с Вами познакомились с отдельными элементарными частицами, со сложными частицами, с возможными видами их взаимодействий, образований и превращений.

Теперь построим из множества отдельных частиц более сложное образование или более сложную систему или конструкцию - **ИНФОРМАЦИОННЫЙ n-АТОМ.**

Введем следующую символику для n-атома:

где X - вид элемента или атома, m - "заряд" атома, m=s+p, s - число "черных" частиц в наружном слое, p - число "черных" частиц в ядре.

На Рис.2.2. показана структура двух атомов X и Y: $_1{}^2X$, $_5{}^{11}Y$.

В атоме имеется n парных, сложных частиц, которые в зависимости от своей поляризации группируются в четыре группы: c, d, e, g, причем c и g - пассивные пары, а e и d - активные, возбужденные, способные под воздействием кванта действия p стать пассив-

ными. Переходы осуществляют только внутренние элементарные частицы.

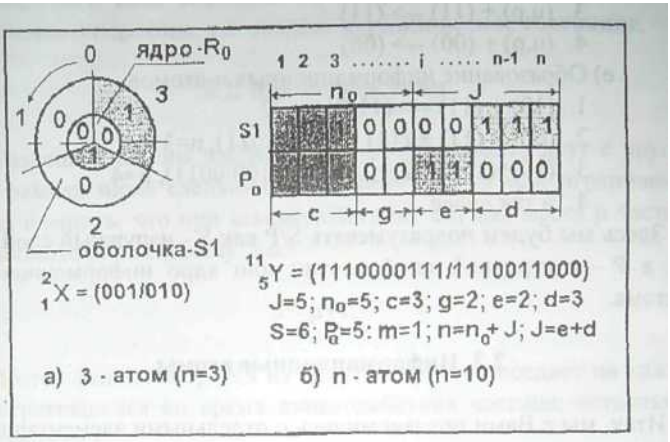


*Рис. 2.2. Информационный **n**-атом*

Введем очень важное понятие для атома **J - НЕВЯЗКА,** которое характеризует СТЕПЕНЬ НЕУРАВНОВЕШЕННОСТИ внешней (S) и внутренней (P) среды

$$J = e + d.$$

Невязка - это векторное, структурное образование, которое с одной стороны КОЛИЧЕСТВЕННО характеризует степень неуравновешенности, равной числу возбужденных пар частиц, т.е. некоторый СИЛОВОЙ параметр, а с другой стороны, невязка дает ПРОСТРАНСТВЕННУЮ, ИНФОРМАЦИОННУЮ характеристику расположения векторов поляризации каждой частицы, т.е. своего рода **форм-фактор** атома. При одном и том же абсолютном значении modJ=5, как показано на рисунке, число векторов поляризации равно числу перестановок из J столбцов.

Если пронумеровать сложные частицы-пары от 1 до n от некоторой нулевой точки отсчета, то i-е место на оси n будет внутренней пространственной координатой этой частицы, а номер i будем называть КАНАЛОМ или РАЗРЯДОМ.

Итак, у нас атом n-канальный. А мы для простоты будем пока работать только с ТРИПЛЕТАМИ, т.е. с 3-АТОМАМИ.

Всего в нашем информационном мире будет 64 разновидности или типа атомов.

Для внешнего наблюдателя n-атом - это неоднородное, сложное структурное образование. Его структуру можно еще более усложнить, если ядро выполнить не в виде элементарных биполярных частиц, а в виде многоразрядных счетчиков, которые фиксируют "историю жизни" или цепочку переходов n-атома по состояниям или его превращений в другие атомы за время его активного существования.

Итак, для информационного n-атома имеется несколько его ХАРАКТЕРНЫХ ЧИСЕЛ:

n - число каналов или парных частиц (бичастиц),
$\mathbf{n_0}$ - размер инертной зоны ($\mathbf{n_0=c+g}$),
J - невязка, неравновесность (**J=e+d**) или размер активной зоны,
p - число "черных" частиц в ядре,
s - число "черных" частиц в наружном слое,
m - заряд атома (m=s+p),
e - число "черных" возбужденных частиц,
d - число "белых" возбужденных частиц,
c - число "черных" инертных частиц,
g - число "белых" инертных частиц.

Рассмотрим атомные переходы и превращения при "радиоактивных" распадах n-атомов.

2.4. Радиоактивность

В актах радиоактивности мы сталкиваемся с фундаментальным явлением в Природе, с проявлением ЗАКОНА СЛУЧАЙНОСТИ.

Действительно, никто не может ни рассчитать, ни предсказать **момент** испускания альфа-частицы и угол ее вылета из ядра атома. Управляют этим процессом вероятностные законы микромира. Интересная дискуссия на тему детерминизма, причинности в Природе и случайности изложена А.ЭЙНШТЕЙНОМ [10]. Это типичный пример **бифуркации** - точки в пространстве-времени, где происходит событие в виде расщепления процесса на два или более исходов. Таковы, например, точки разветвления путей эволюции или рождения объектов реальности на Рис.2.1.

При многократных статистических испытаниях в одних и тех же условиях параметры в точках разветвления проявляют устойчивость и могут быть количественно идентифицированы с помощью такой категории как ВЕРОЯТНОСТЬ.

Если наш n-атом снабдить внутренним источником излучения p-квантов, в случайные моменты времени - некоторым своеобразным генератором шума с интенсивностью I=p/NS, где NS - максимальный запас p-квантов, причем его свойства таковы, что каждый p-квант в каждый момент времени и РАВНОВЕРОЯТНО сканирует ВСЕ n-пространство, но может воздействовать ТОЛЬКО НА ОДНУ бичастицу. Возможно, это аналог потока нейтрино, пронизывающего всю нашу Вселенную.

При попадании кванта действия в неравновесную область J произойдет квантовый переход с увеличением числа инертных частиц с одновременным излучением частиц вида (+v), (-v).

Рассмотрим пример. Пусть до точки бифуркации был атом X вида

$$\mathbf{{}_2^4X = (011/110),}$$

при попадании p-кванта в средний канал с вероятностью 1/3 атом X останется неизменным и излучит квант вещества (px). С вероятностью 2/3 атом перейдет в одно из двух новых возможных состояний или <u>распадется</u> на два типа.

Пусть p-квант попал в 1-й канал:

$${}_2^4X \rightarrow 1^3Y = (011/010) + (-v) = (py) + (-v)$$

здесь (ру) - квант вещества вида у.

Теперь возможность нового перехода уже становится 1/3 и этого события наблюдателю придется ждать дольше.

Если оно произойдет, то получим инертный атом Z:

$$_{1}^{3}Y \text{ --> } _{2}^{4}Z=(011/011) + (+v) = (pz) + (+v)$$

В дальнейшем атом Z будет испускать только (pz)-кванты вещества вида z.

Деградационное излучение говорит о неизбежном уменьшении размера неравновесной, активной или возбужденной зоны J.

Видимо, ДЛЯ n-АТОМОВ СУЩЕСТВУЕТ ЗАКОН РАДИОАКТИВНОГО РАСПАДА вида, напоминающего известный из атомной физики закон:

$$N = N_o e^{-u/T},$$

где N_o - начальное количество радиоактивных атомов X в момент начала наблюдения (u=0),
N - число нераспавшихся атомов X в момент u, T - ПЕРИОД ПОЛУРАСПАДА, некоторая постоянная характеристика n-атома. При u=T исходное количество px/NS=l атомов вида X уменьшится вдвое и будет равно px/NS=0.5.

Если мы во времени и будем наблюдать все возможные излучения, идущие из n-атома, то мы с Вами увидим сложный ДИСКРЕТНЫЙ СПЕКТР, отражающий динамику внутренней жизни информационного атома, характеристику его бифуркационных переходов и ВРЕМЯ ЖИЗНИ (Тж) каждого его изотопа.

2.5. Периодический закон

Давайте с Вами на некоторое время станем открывателями периодического закона, которому подчиняются свойства наших элементов - информационных п-атомов.

Проведем процедуру аналогичную той, которую осуществил в своё время ДИ МЕНДЕЛЕЕВ, открывший известный Периодиче-

ский закон химических элементов, существующих в Природе Расположим наши 64 атома в порядке возрастания их "заряда" суммарного числа "черных" частиц в S и P слоях, т.е m=s+p (смотри Рис.2.3).

Рис.2.3. Элементы-образы на сенсорной матрице [P, S]
1, 2, 3, ..., 63, 64 – номера элементов, J - невязка

Если проанализировать полученный ряд и рассматривать невязку J как реакционную способность атома, его валентность, (при J=0 атом инертен), то мы видим наличие явной **периодичности** свойств информационных элементов в ряду. Образуем из подобных отрезков ряда ПЕРИОДЫ и ГРУППЫ (Рис.2.4).

Группы образованы по критерию уменьшения невязки J слева направо, а периоды образованы в порядке возрастания сверху вниз

числа p "черных" частиц в ядре. Индекс внизу справа у **числа** в клетке показывает число изотопов у данного вида атома. &

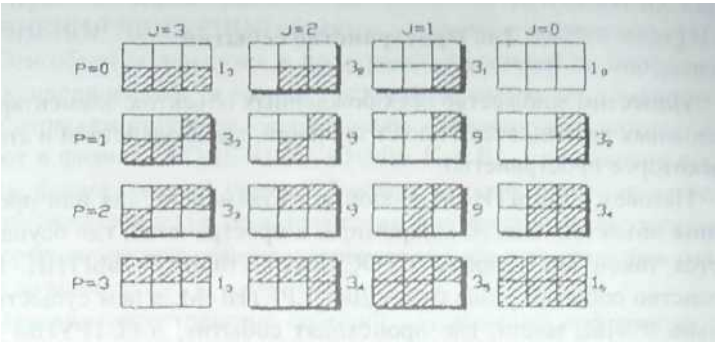


Рис. 2.4. Группирование элементов («атомов»)

Теперь мы с Вами можем составить законченную ТАБЛИЦУ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЗАКОНА для информационных n-атомов (Рис.2.5).

Период	Н	Группы элементов							
		I	II		III			0	
		J=3	J=2		J=1			J=0	
1	0	1_3	3_2	0	3_1	0	0	1_0	8
2	1	3_3	6_2	3_4	3	6_3	0	3_2	24
3	2	3_3	3_2	6_4	0	6_3	3_5	3_4	24
4	3	1_3	0	3_4	0	0	3_5	1_6	8
Количество		8	24		24			8	

Рис. 2.5. Таблица элементов периодического закона

Названия основным элементам нашей таблицы Вы придумайте сами.

2.6. Пространство событий

Поместим множество всех рожденных объектов: элементарных и сложных частиц, всех видов излучений, взаимодействий и атомов в некоторое пространство.

Назовем СОБЫТИЕМ любой акт взаимодействия или превращения объектов нашего микромира, а пространство, где осуществляется такой акт назовем ПРОСТРАНСТВОМ СОБЫТИЙ. Пространство событий у нас будет ДИСКРЕТНЫМ, в нем существуют только УЗЛЫ, места, где происходят события, и СТРУНЫ (или нити-СВЯЗИ) между узлами, по которым передаются от узла к узлу дискретные кванты действия р и (или) вещества и дискретные кванты времени и. Это своего рода сложной формы плетеная структура или фигура ("авоська с яичками").

Любое поле или пространство характеризуется своей ГЕОМЕТРИЕЙ и наличием в нем ПОТЕНЦИАЛОВ или НАПРЯЖЕН-' НОСТЕЙ, благодаря которым и осуществляется динамическое превращение или искривление пространства-времени (геометрии) под воздействием энергии-импульса материи или вещества (смотри уравнение (0.1) во введении).

Мы сейчас не будем вводить конкретные координатные оси для определения пространства-времени, а будем это делать по возможности на последующих занятиях. Частично это сделано во второй моей книге "Квантовая сингулярность"| 11].

Будем, однако, иметь в виду, что любое пространство-время описывается своей геометрией и характеризуется рядом основных важнейших характеристик:

- системой координат,
- интервалом,
- метрическим тензором,
- кривизной,
- кручением,
- связностью,
- тензором энергии-импульса материи.

Через эти характеристики записываются ДИНАМИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ объектов реальности нашего мира [I].

Эти объекты движутся в пространстве-времени по определенным криволинейным (в нашем дискретном случае по ломанным в узлах отрезкам струн) силовым линиям - траекториям, которые называют в физике ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ. Как Вы уже наверно догадались, форма (вектор) невязки J может служить одним из векторных потенциалов поля, определяющим вид движения, его динамику, форму геодезической, превращения атомов и их спектров излучения во времени.

Описание пространства событий для атомной информатики - это область для написания целой книги, которую мы будем вместе с Вами, дорогие читатели, писать в дальнейшем.

А теперь перейдем к обсуждению процесса рождения нового уровня реальности, уровня 10, к рождению биологических объектов. Если мы с Вами занимались областью, которую я назвал атомной информатикой, то мы сейчас заглянем в область, которую можно было бы назвать КВАНТОВОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАТИКОЙ.

2.7. **Синтез белковых** молекул

Естественно, мы не возьмемся рассматривать в настоящей работе весь ход биологической эволюции, процесс самоорганизации живой материи из неживой. Прекрасное изложение одного из возможных механизмов такого процесса Вы найдете у М.ЭЙГЕНА [12].

Мне хочется продемонстрировать возможность использования наших 64-х 3-атомов для кодирования генетического кода, лежащего в основе синтеза белковых макромолекул длинной L (смотри листинг 2.1).

Если взять 3-атомы в качестве триплетов-кодонов нуклеотидных оснований и **управлять вероятностью** их взаимодействия с аминокислотами, то родится конкретный набор белков. Мы уже не раз убеждались в том, как из МИКРОскопических результатов действия компонентов и причин рождается сложный, интегральный

Выделение текста - Gwbasic

Авто

```
Ok
list 0-100
5 CLS
7 INPUT "L=",L
10 RANDOMIZE TIMER
20 FOR I=1 TO L
30 LET X=INT(RND*65)
35 PRINT X;
40 IF X=0 THEN PRINT "УУУ-ФЕН": ELSE IF X=1 THEN PRINT "УУЦ-ФЕН": ELSE IF X=2 TH
EN PRINT "УУА-ЛЕЙ": ELSE IF X=3 THEN PRINT "УУГ-ЛЕЙ": ELSE 50
50 IF X=4 THEN PRINT "УЦУ-СЕР": ELSE IF X=5 THEN PRINT "УЦЦ-СЕР": ELSE IF X=6 TH
EN PRINT "УЦА-СЕР": ELSE IF X=7 THEN PRINT "УЦГ-СЕР": ELSE 60
60 IF X=8 THEN PRINT "УАУ-ТИР": ELSE IF X=9 THEN PRINT "УАЦ-ТИР": ELSE IF X=10 T
HEN PRINT "УАА-ТЕРМ": ELSE IF X=11 THEN PRINT "УАГ-ТЕРМ": ELSE 70
70 IF X=12 THEN PRINT "УГУ-ЦИС": ELSE IF X=13 THEN PRINT "УГЦ-ЦИС": ELSE IF X=14
 THEN PRINT "УГА-ТЕРМ": ELSE IF X=15 THEN PRINT "УГГ-ТРИ": ELSE 80
80 IF X=16 THEN PRINT "ЦУУ-ЛЕЙ": ELSE IF X=17 THEN PRINT "ЦУЦ-ЛЕЙ": ELSE IF X=18
 THEN PRINT "ЦУА-ЛЕЙ": ELSE IF X=19 THEN PRINT "ЦУГ-ЛЕЙ": ELSE 90
90 IF X=20 THEN PRINT "ЦЦУ-ПРО": ELSE IF X=21 THEN PRINT "ЦЦЦ-ПРО": ELSE IF X=22
 THEN PRINT "ЦЦА-ПРО": ELSE IF X=23 THEN PRINT "ЦЦГ-ПРО": ELSE 100
100 IF X=24 THEN PRINT "ЦАУ-ГИС": ELSE IF X=25 THEN PRINT "ЦАЦ-ГИС": ELSE IF X=2
6 THEN PRINT "ЦАА-ГЛН": ELSE IF X=27 THEN PRINT "ЦАГ-ГЛН": ELSE 110
Ok
```

Выделение текста - Gwbasic

Авто

```
list 110-
110 IF X=28 THEN PRINT "ЦГУ-АРГ": ELSE IF X=29 THEN PRINT "ЦГЦ-АРГ": ELSE IF X=3
0 THEN PRINT "ЦГА-АРГ": ELSE IF X=31 THEN PRINT "ЦГГ-АРГ": ELSE 120
120 IF X=32 THEN PRINT "АУУ-ИЛЕ": ELSE IF X=33 THEN PRINT "АУЦ-ИЛЕ": ELSE IF X=3
4 THEN PRINT "АУА-ИЛЕ": ELSE IF X=35 THEN PRINT "АУГ-МЕТ": ELSE 130
130 IF X=36 THEN PRINT "АЦУ-ТРЕ": ELSE IF X=37 THEN PRINT "АЦЦ-ТРЕ": ELSE IF X=3
8 THEN PRINT "АЦА-ТРЕ": ELSE IF X=39 THEN PRINT "АЦГ-ТРЕ": ELSE 140
140 IF X=40 THEN PRINT "ААУ-АСН": ELSE IF X=41 THEN PRINT "ААЦ-АСН": ELSE IF X=4
2 THEN PRINT "ААА-ЛИЗ": ELSE IF X=43 THEN PRINT "ААГ-ЛИЗ": ELSE 150
150 IF X=44 THEN PRINT "АГУ-СЕР": ELSE IF X=45 THEN PRINT "АГЦ-СЕР": ELSE IF X=4
6 THEN PRINT "АГА-АРГ": ELSE IF X=47 THEN PRINT "АГГ-АРГ": ELSE 160
160 IF X=48 THEN PRINT "ГУУ-ВАЛ": ELSE IF X=49 THEN PRINT "ГУЦ-ВАЛ": ELSE IF X=5
0 THEN PRINT "ГУА-ВАЛ": ELSE IF X=51 THEN PRINT "ГУГ-ВАЛ": ELSE 170
170 IF X=52 THEN PRINT "ГЦУ-АЛА": ELSE IF X=53 THEN PRINT "ГЦЦ-АЛА": ELSE IF X=5
4 THEN PRINT "ГЦА-АЛА": ELSE IF X=55 THEN PRINT "ГЦГ-АЛА": ELSE 180
180 IF X=56 THEN PRINT "ГАУ-АСП": ELSE IF X=57 THEN PRINT "ГАЦ-АСП": ELSE IF X=5
8 THEN PRINT "ГАА-ГЛУ": ELSE IF X=59 THEN PRINT "ГАГ-ГЛУ": ELSE 190
190 IF X=60 THEN PRINT "ГГУ-ГЛИ": ELSE IF X=61 THEN PRINT "ГГЦ-ГЛИ": ELSE IF X=6
2 THEN PRINT "ГГА-ГЛИ": ELSE IF X=63 THEN PRINT "ГГГ-ГЛИ": ELSE 195
195 IF X=65 THEN PRINT "УУУ-ФЕН": ELSE 200
200 NEXT
210 END
Ok
```

Листинг 2.1. Формирование белковых последовательностей

МАКРОрезультат. Из активности совокупности сложных частиц рождается изменение J невязки, превращения n-атома и т.д.

Зададимся вопросом, а не может ли из неживых наших n-атомов возникнуть "жизнеподобная" организация, техническая система, функция? Давайте обратимся к авторитету МАНФРЕДА ЭЙГЕНА. Вот что он говорит в своей книге [12]: "Вопрос о возникновении жизни часто представляется как вопрос о "причине и следствии ... Что возникло раньше: белок или нуклеиновая кислота? (Курица или яйцо)". Начала искать нет смысла, ибо взаимоотношение нуклеиновых кислот и белков соответствует сложной иерархии "замкнутых петель". ... Для решения проблемы подобного рода взаимоотношений между причиной и следствием *НЕОБХОДИМА ТЕОРИЯ САМООРГАНИЗАЦИИ* (курсив мой В.Ц.)".

Мы не будем сейчас разрабатывать эту теорию, но некоторые элементы этого процесса мы будем наблюдать в наших построениях. Процессы в особых молекулярных системах, находящихся в среде с определенными свойствами, представляют собой молекулярную самоорганизацию и слагаются из многих случайных событий, случайных взаимодействий частиц.

"Эти случайные события могут влиять на свой источник и могут становиться, таким образом, причиной усиленного действия (следствия). При определенных внешних условиях такие многократные взаимодействия между причиной и следствием могут привести к возникновению макроскопической функциональной организации, способной к самовоспроизведению, отбору и эволюции, так что система может вырваться из условий, в которых она возникла, и преобразовать эту среду на собственную пользу"[12]. "Эволюция должна начинаться со случайных событий" - это предпосылка самоорганизации (там же). В этом великая <u>созидательная сила случая</u>.

Простейший процесс самоорганизации - это образование некоторой макромолекулы из случайной последовательности аминокислот, которые образуются на цепочке триплетов, составленных из 4-х нуклеотидов - снований: Г - гуанина, У - урацила, Ц - цитозина, А - аденина. Они образуют 64 слова генетического кода. Из 20-ти известных аминокислот рождается цепочка длиною L.

Вариант теории самоорганизации Вы можете найти Г.ХАКЕНА[13].

2.8. Общие замечания о микроуровне

Следующий уровень усложнения реальности - это переход к клеточному уровню и моделированию взаимодействия клеток в сложной биосистеме т.е. переход к МЕЗОуровню описания нейро компьютера.

А пока подведем некоторые итоги из рассмотрения возможжно сти применения теории физического вакуума к описанию работы нервной системы.

Если следовать Г.ШИПОВУ [1], то нейронную сеть и возбуж дения в ней следует рассматривать как некий ИНФОРМАЦИОН-НЫЙ ОБЪЕКТ полевой природы, который представляет собой КЛУБОК (ВИХРЬ) поля инерции или торсионного поля кручения т.е. ИНЕРЦИОН. Свойства объекта - инерциона описываются на языке "полной квантовой теории" или "теории всеобщей относительности" ("теории физического вакуума").

Точнее, НЕЙРОКОМПЬЮТЕР (НК) "ЭМБРИОН" - это СОВОКУПНОСТЬ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ИЫЕРЦИОНОВ, которые могут СЛИВАТЬСЯ ДЕЛИТЬСЯ, ИЗЛУЧАТЬСЯ и РАССЕИВАТЬСЯ, ИЗМЕНЯТЬ ФОРМУ, т.е. участвовать в превращениях, связанных с РОЖДЕНИЕМ и УНИЧТОЖЕНИЕМ частиц. Волновая функция \\), входящая в динамические уравнения для полей инерции, должна быть пропорциональна НАПРЯЖЕННОСТИ поля инерции. Информационные инерционы - это РЕАЛЬНЫЕ физические ПОЛЯ -КВАЗИЧАСТИЦЫ (Рис.0.1 во введении).

Мы будем исходить из того положения, что ВЕРОЯТНОСТЬ как квадрат модуля волновой функции квантового поля материи это РЕАЛЬНОЕ виртуальное физическое ПОЛЕ, поддающееся ре-' гистрации, измерению и расчету. И это поле должно удовлетворять уравнениям теории относительности, т.е. мы здесь имеем едииную теорию, объединяющую квантовую механику и общую теорию относительности (ОТО).

Занятие2

Первой задачей, которая будет стоять перед нами, будет задача правильного выбора СИСТЕМЫ КООРДИНАТ и ПРОСТРАНСТВА СОЬЫТИЙ, т.е. задача выбора ГЕОМЕТРИИ. Пространство событий мы будем рассматривать как ДИСКРЕТНЫЙ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ МИР, типа пространства МИНКОВСКОГО (смотри мою книгу «Вселенная ХОКИНГА и нейрокомпьютер». М. СИНТЕГ. 2000 [14]). .

Этот мир наполнен структурно-организованной материей и энергией, несущих проявление форм-фактора или структуры невязки J, которая должна выражаться в виде геометризированного тензора энергии-импульса. Этот МИР ЭВОЛЮЦИОНИРУЕТ во времени - ЖИВЕТ, что дает мам право назвать такой мир ЖИВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ВСЕЛЕННОЙ, которая локально возникает, развивается и исчезает в Большой Вселенной, в космических масштабах.

Для построения ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ математически строгой ТЕОРИИ нейродинамики процессов в нейрокомпьютере типа "ЭМБРИОН", нам вначале придется ограничиться созданием некоторой ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОЙ, КОНСТРУКТИВНОЙ ТЕОРИИ или даже ее фрагментов, ввиду сложности и грандиозности проблемы, стоящей перед нами. Проверять нашу теорию мы сможем по ее ПРЕДСКАЗАНИЯМ, которые будут подтверждены ЭКСПЕРИМЕНТАМИ.

Как в свое время ТЕОРИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ академика П.К.АНОХИНА [5| стала мостом, связующим началом для многих микро- и макротеорий и гипотез в нейрофизиологии мозга и высшей нервной деятельности (ВИД), так и ТЕОРИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ВАКУУМА Г.И.ШИПОВА [1] может стать фундаментом, связующим звеном для многих парадигм нейронных сетей и теорий НК (Хороший обзор парадигм приводится у Ф. УОССЕРМЕНА [3]).

Всеобщим ФУНДАМЕНТАЛЬНЫМ ЯВЛЕНИЕМ, применимым и в теории живого мозга, и в теории нейрокомпьютеров, как и в Физических теориях, может быть принято явление ИНЕРЦИИ, связанное с любым энергетическим и ИНФОРМАЦИОННЫМ про-

цессом. происходящим в Природе. Какова природа **сил** инерции и полей? На этот вопрос нам с Вами еще предстоит ответить.

Интересные мысли о рождении информационных кернов(вихрей) из вакуума можно почерпнуть у С. ВЕРКОВИЧА [15]. Очень полезные идеи по выбору **диадической (двоичной круговой) системы координат** и применению методов теории информации в физике, в частности в квантовой механике, предложены и использованы в радиотехнике Х. ХАРМУТОМ [16].

2.9. Задания

1. *Проведите классификацию всех частиц по уровням 1-6. Считайте условно "левым"вращением "белые" частицы.*
2. *К "левой" или "правой" материи относятся левое полушарие мозга и правая Ваша рука?*
3. *Сколько невязок Jy n-атома?*
4. *Что характеризуют числа 8, 24, 24, 8, стоящие внизу против столбцов и справа против строк в таблице элементов периоди ческого закона (Рис. 2.5). Какие еще виды симметрии и законо мерности Вы обнаружили в периодическом законе информацион ных элементов?*
5. *Выведите формулы для расчета характерных чисел c, d, e, g n-атома.*
6. *Выведите формулу радиоактивного распада n-атома, определите его спектр и время полураспада.*

3. ПРОГРАММНАЯ МОДЕЛЬ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРА "ЭМБРИОН-2"

Я, наверно, утомил уже моего читателя пространными рассуждениями о возможных подходах к созданию нейрокомпьютера. У Вас, естественно, назревает вопрос: "Когда же, наконец?" Отвечаю: "Сейчас!"

Садитесь за свой персональный компьютер, набирайте программу, приведенную в виде листинга 3.1, нажимайте <RUN> и в Ваших руках простая действующая модель-эмулятор 4-х разрядного нейрокомпьютера "ЭМБРИОН".

После некоторого знакомства с его структурой и принципом функционирования Вы можете начать экспериментировать с программой, почувствуете некоторые особенности ее работы, а затем, после дальнейшего изучения данного курса занятий, у Вас появится желание в основательной переработке этой примитивной программы под СВОЙ вкус и СВОИ требования.

3.1. Блок-схема нейрокомпьютера

Так как мы уже с Вами на первом занятии договорились, что НЕЙРОКОМПЬЮТЕР (НК) - ЭТО, в первую очередь, МОДЕЛЬ МОЗГА, то со сравнительного рассмотрения укрупненных информационных блок-схем мозга и НК "ЭМБРИОН" (Рис.3.1) мы и начнем .

Название нейрокомпьютера "ЭМБРИОН" взято неспроста. Ведь это слово означает **зародыш** организма па ранней стадии его развития. Нервная система простейших организмов зарождалась как средство обеспечения быстрого, адекватного координированного реагирования мышечным или секреторным **действием** на сенсорные (входные) раздражения или воздействия для сохранения (выжи-

вания) и развития (размножения) организма (смотри занятие 7). Вот и нашу программную модель НК "ЭМБРИОН-2" можно считать ЗА-РОДЫШЕМ искусственной нервной системы, искусственного моз-га, искусственного интеллекта (ИИ).

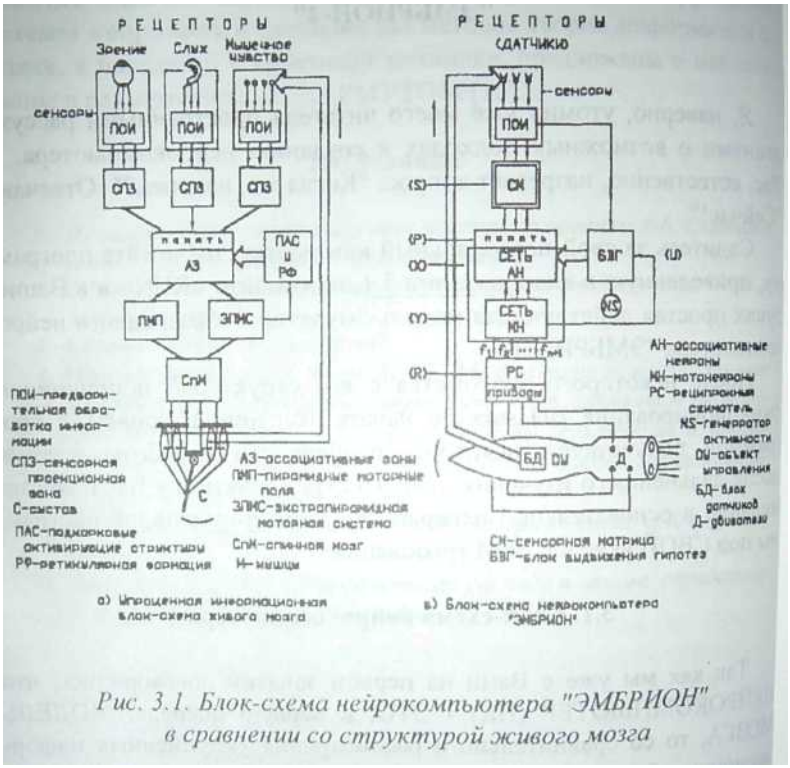


Рис. 3.1. Блок-схема нейрокомпьютера "ЭМБРИОН" в сравнении со структурой живого мозга

На рисунке 3.1 специально на одних и тех же уровнях показаны аналогичные функциональные блоки и структуры живого мозга и НК. Вы, рассмотрев рисунок, сразу обнаружили, что НК *'ЭМБРИ*-ОН-2 " - это МОДЕЛЬ МОЗГА В ЦЕЛОМ. То есть, мы с вами со-вершили скачок с МИКРОуровня описания НК на МЕЗО- и МАК-РОуровень, на уровни описания ЦЕЛОГО МОЗГА и его структур.

Теперь Вы вынуждены задать автору законные вопросы:

"А куда же девались n-атомы с частицами и их взаимодействиями? Откуда взялись виртуальные нейроны и нейронные сети? Моя задача - Вам на эти вопросы сейчас отвечать.

Ввиду того, что схемы Рис.3.1а и 3.16 предельно наглядны и просты, то к ним и особых пояснений, по-видимому, не требуется. О мозге и нейробиологии написана масса хороших пособий и учебной литературы (смотри, например, [17]).

Ниже представлен листинг 3.1 программной эмуляции 4-х разрядного НК «ЭМБРИОН-2».

```
REM NEUR5 --- 4-х РАЗРЯДНЫЙ "ЭМБРИОН-2Б"
20 CLS
30  CLEAR
40 A = 6
50 B = 4
60 REM ФОРМИРОВАНИЕ СЕНСОРНОЙ МАТРИЦЫ
70 REM SCREEN 9
80 LOCATE 14, 1
90 INPUT "P1 ,P2, P3, P4 "; P1, P2, P3, P4
100 INPUT "S1 ,S2 ,S3 ,S4 "; CC, CD, CE, CF
110 INPUT "S5 ,S6 ,S7 ,S8 "; DC, DD, DE, DF
120 INPUT "S9 ,S10,S11,S12"; EC, ED, EE, EF
130 INPUT "S13,S14,S15,S16"; FC, FD, FE, FF
140 REM ВЫБОР ГИПОТЕЗЫ И УРОВНЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ
150 INPUT "U1 ,U2 ,U3 ,U4 "; U1, U2, U3, U4
160 INPUT "NS"; N
170 U = U1 + U2 + U3 + U4
180 LOCATE 2, 2
190 PRINT P1; P2; P3; P4, U; N
200 LOCATE 5, 2
300 NEXT K1
310 FOR K2 = 0 TO B
320 REM LINE (15 + 1.6 * 15 * K2, 4)-(15 + 1.6 * 15 * K2, 124)
330 NEXT K2
340 REM ВОЗБУЖДЕНИЕ СЕТИ
350 FOR C = 1 TO N
360 XC = P1: XD = P2: XE = P3: XF = P4: S0=0: S1=0: S2=0: S3=0: S4=0
370 IF U=0 THEN 890
380 FOR S1=1 TO U1
390 GOSUB 930
400 IF L=1 GOTO 410 ELSE 420
```

```
410 XC=CC: GOTO 470
420 IF L=2 GOTO 430 ELSE 440
430 XD=CD: GOTO 470
440 IF L=3 GOTO 450 ELSE 460
450 XE=CE: GOTO 470
460 XF=CF
470 Y1=XC+XD+XE+XF: NEXT S1
480 Y2=Y1
490 FOR S2=1 TO U2
500 GOSUB 930
600 FOR S3=1 TO U3
610 GOSUB 930
620 IF L=1 THEN 630 ELSE 640
630 XC=EC: GOTO 690
640 IF L=2 THEN 650 ELSE 660
650 XD=ED: GOTO 690
660 IF L=3 THEN 670 ELSE 680
670 XE=EE: GOTO 690
680 XF=EF
690 Y3=XC+XD+XE+XF: NEXT S3
700 Y4=Y2
710 FOR S4=1 TO U4
720 GOSUB 930
730 IF L=1 THEN 740 ELSE 750
740 XC=FC: GOTO 800
750 IF L=2 THEN 760 ELSE 770
760 XD=FD: GOTO 800
770 IF L=3 THEN 780 ELSE 790
780 XE=FE: GOTO 800
790 XF=FF
800 Y4=XC+XD+XE+XF
900 INPUT "ПРОДОЛЖИТЬ <0> ИЛИ ВЫЙТИ <УПР+СТОП>";Y$
910 GOTO 170
920 END
930 RANDOMIZE TIMER'ПОДПРОГРАММА ГЕНЕРАЦИИ ШУМА
940 Q=3*RND+1
950 L=CINT(Q)
960 RETURN
970 REM ПОДПРОГРАММА ПЕЧАТИ ВЫХОДНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
980 LOCATE 18,44: PRINT 0: LOCATE 18,49: PRINT 1: LOCATE 18,54:
    PRINT 2
990 LOCATE 18,59: PRINT 3: LOCATE 18,64: PRINT 4
1000 IF Y4=0 THEN Z0=Z0+1: LOCATE 18-Z0,45: PRINT CHR$(42):
```

```
    SOUND 783.99,5
1010 IF Y4=1 THEN Z1=Z1+1: LOCATE 18-Z1,50: PRINT CHR$(42):
    SOUND 698.46,5
1020 IF Y4=2 THEN Z2=Z2+1: LOCATE 18-Z2,55: PRINT CHR$(42):
    SOUND 659.26,5
1030 IF Y4=3 THEN Z3=Z3+1: LOCATE 18-Z3,60: PRINT CHR$(42):
    SOUND 587.33,5
1040 IF Y4=4 THEN Z4=Z4+1: LOCATE 18-Z4,65: PRINT CHR$(42):
    SOUND 523.25,5
1050 R=2*Z4+Z3-Z1-2*Z0: LOCATE 10,70: PRINT "R";R
1060 RETURN
```

Однако некоторые пояснения мы все-таки дадим. В блоке ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ (ПОИ) происходят процессы кодирования сигнала от рецептора (датчика) в стандартный нервный импульсный код, фильтрация, сжатие информации, выделение информационных признаков.

СЕНСОРНАЯ МАТРИЦА (СМ) в нейрокомпьютере - это аналог разномодальных СЕНСОРНЫХ ПРОЕКЦИОННЫХ ЗОН (СПЗ) коры мозга, ее специфической сенсорной части.

В АССОЦИАТИВНЫХ ЗОНАХ (АЗ) коры мозга сигналы из специфических проекционных зон взаимодействую!, возникают сложные комбинированные образы-описания входных стимулов (сигналов) разных модальностей, формируется под активирующим влиянием подкорковых МОТИВИРУЮЩИХ СТРУКТУР решение, ЦЕЛЬ, двигательная задача (смотри [6] занятие 1). Программа движения передается в ДВИГАТЕЛЬНЫЕ ЗОНЫ мозга: на пирамидные нейроны, на древние экстрапирамидные структуры, вплоть до СПИННОГО МОЗГА (СпМ), а оттуда импульсы-сигналы от мотонейронов поступают к мышцам, приводящим в движение суставы конечности или органы (железу, желудок).

В НК "ЭМБРИОН" имеются подобные блоки. Отличительной особенностью НК-модели в настоящее время является то, что обратная связь от мышечных рецепторов, от рецепторов кожи, расположенных на исполнительных органах, находится внутри мозга, а у нас в НК она замыкается ПОКА через внешний канал связи.

БЛОК ВЫДВИЖЕНИЯ ГИПОТЕЗ (БВГ) - это некоторый аналог подкорковых активирующих структур и ретикулярной формации (РФ) мозга, а также программная или аппаратная реализация АК-ЦЕПТОРА ДЕЙСТВИЯ (смотри занятие 1). Это блок, обеспечи-вающий концентрацию **внимания** при "осмотре" области сенсорной матрицы или создает и реализует **доминанту** А.А.УХТОМСКОГО
[18].

Моторная или двигательная нервная система в живом организме строится по принципу "ВОРОНКИ ШЕРРИНГТОНА", т. е. КОНУСА перевернутого острием вниз, по направлению к мышцам, но в виде РЕЦИПРОКНОЙ ПАРЫ - двух конкурирующих конусов, как чашки весов на одном рычаге-коромысле, исполнительном органе (смотри далее). Поэтому и появился в НК блок РЕЦИПРОКНЫЙ СЖИМАТЕЛЬ (смотри листинг).

3.2. Мембрана и квазинейрон

Знаменательной точкой бифуркации в эволюции живой материи был момент образования МЕМБРАНЫ как условия возникновения КЛЕТКИ (уровень 12 на Рис.2.1 занятия 2). Мембрана - это **активная** граница между внешней и внутренней средой клетки, ее протоплазмой. Благодаря мембране стал возможным ОБМЕН ВЕЩЕСТВ в живой системе, т.е. стало возможным само существование ЖИВОЙ СИСТЕМЫ. Известно из нейрофизиологии, что мембрана нервной клетки представляет собой мозаичную поверхность, составленную из множества молекулярных рецепторов, специфических областей для восприятия тех или иных химически активных или физических раздражителей.

Пусть теперь наш n-атом (занятие 2) будет представлять собой некоторую искусственную клетку-КВАЗИНЕЙРОН (его модель показана на занятии 7).

Пусть P-область n-атома будет ее внутренней средой, ее протоплазмой, а S-область - поверхностью мембраны, соприкасающейся с внешней средой, окружающей клетку.

п биполярных частиц в P-области образуют <u>своеобразный соб-ственный, личный</u> пространственно-временной КОД клетки или ее

индивидуальный информационно-энергетический портрет, своеобразную память.

Усложним конструкцию нашего нейрона. В каждом i-м канале n-атома образуем РЕЦЕПТИВНОЕ ПОЛЕ (Рис.3.2) как дизъюнкцию m схем конъюнкции из биполярных элементарных частиц-триггеров. Это СТОЛБЦЫ-рецептивные поля Si.

Взяв из всех m строк j-й элемент, можно образовать Sj-ю СТРОКУ-рецептивное поле, если объединить все элементы j-й строки с каким-либо i-м каналом P-области.

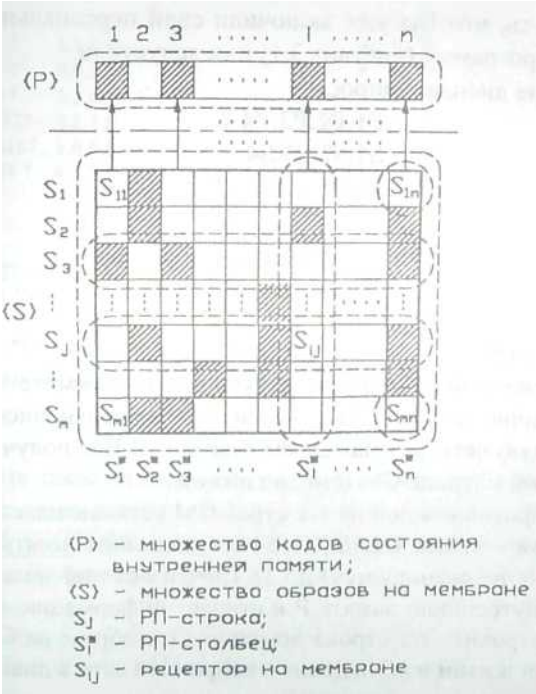


Рис. 3.2. Образование рецептивных полей (РП) на мембране (сенсорной матрице-СМ) квазинейрона

Сигнал разрешения - сканирования от БВ1 на схему конъюнкции, или квант времени (Uk), может воздействовать ТОЛЬКО НА ОДНУ из бичастиц-мембранных рецепторов (Sij).

Невязка J будет характеризовать наличие НЕРАВНОВЕСНОГО СОСТОЯНИЯ между внешней и внутренней средой квазинейрона, которое будет меняться с течением Uk-СОБСТВЕННОГО ВРЕМЕНИ J (Ujk), причем Uk>0.

3.3. Работа с **программой НК «ЭМБРИОН-2»**

Я надеюсь, что Вы уже включили свой персональный компьн тер, ввели программу (листинг 3.1) и ее запустили. На экране дисплея запросы

P1,P2,P3,P4 ?
S1,S2,S3,S4 ?
S5,S6,.... ?

..... S15,S16?
U1,U2,U3,U4 ?
NS?

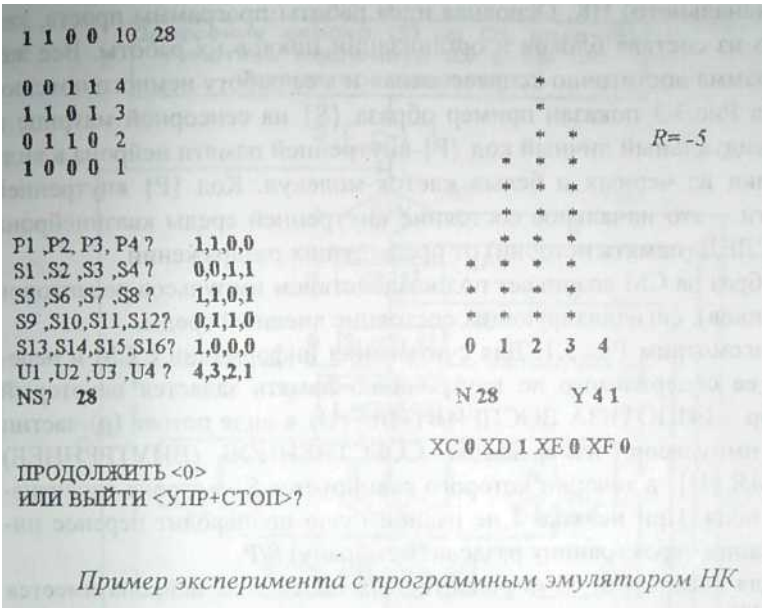
Введите в регистр Р любую последовательность "0" и " 1", разделяя цифры запятой, и после четвертой цифры нажмите <Enter>.

Аналогично введите 2-ю, 3-ю и 4-ю четверки чисел, подтверждая каждую четверку нажатием <Enter>. У Вас получится ОБРАЗ на сенсорной матрице СМ (смотри ниже).

Затем против каждой из 4-х строк СМ устанавливается гипотеза восприятия - числа U1,U2,U3,U4 из диапазона десятичных чисел от 0 (строка не сканируется) до 16 (почти вся информация переносится во внутреннюю память Р и стирает информацию-след от предыдущей строки). Эта строка доминирует в образе на СМ. Введите NS- время жизни возбуждения в нейронной сети в диапазоне 10-*25* единиц внутреннего времени (U).

Нажав <Enter>,Вы увидите на экране динамику работы выход-голоса-звучание ьютера и услышите индивидуальные . голоса-звучание отдельных типов мотонейронов его нейронной сети или спектр возбуждения сети.

Ниже приведен пример распределения импульсов на выходных мотонейронах при заданном образе на СМ.



Пример эксперимента с программным эмулятором НК

Напишите свою программу 3-х разрядного НК и введите следующие исходные данные, которые будем с Вами считать КОНТРОЛЬНЫМ ТЕСТОМ для проверки работоспособности программной модели нейрокомпьютера:

Sl=l; S2=l; S3=0; S4=0; S5=l; S6=l; S7=S8=S9=0;
Pl=0; P2=0; P3=0; Ul=3; U2=3; U3=0; NS=20.

Запишите и запомните числовые значения выходного распределения частот импульсации мотонейронов как выходной реакции нейронной сети на заданный на СМ входной образ.

3.4. Алгоритм работы нейрокомпьютера

На Рис.3.3 представлена схема алгоритма работы 3-х разрядного (3-х канального) НК. Основная идея работы программы проста, как видно из состава блоков и организации циклов их работы. Все же, программа достаточно «спрессована» и я ее работу немного поясню. На Рис.3.3 показан пример образа {S} на сенсорной матрице и индивидуальный личный код {P} внутренней памяти нейрона в виде мозаики из черных и белых клеток-молекул. Код {P} внутренней памяти - это начальное состояние внутренней среды квазинейрона или СЛЕД (память истории) от предыдущих раздражений.

Образ на СМ возникает под воздействием импульсов рецепторов (датчиков), сигнализирующих состояние внешней среды.

Рассмотрим Рис.3.1. Для считывания информации с СМ и переноса ее содержимого во внутреннюю память задается некоторый вектор - ГИПОТЕЗА ВОСПРИЯТИЯ {U} в виде потока (р)-частиц кили импульсов, измеряющих СОБСТВЕННОЕ (ВНУТРЕННЕЕ) РВРЕМЯ {U}, в течении которого сканируется Sj-я строка рецептивного поля. При невязке J не равной нулю происходит перенос информации через границу раздела (мембрану) S/P.

Для каждого Sj из m рецептивных полей тела нейрона имеется свой Uj вектор времени, длина которого измеряется общим числом своих собственных (р)-квантов. Uj= 16; 1,2, …,k, ..., 16.

Уровень возбуждения NS - это некоторый энергетический потенциал, характеризующий общее время существования активности (возбуждения) в нервной системе НК, ее ВРЕМЯ ЖИЗНИ.

В НК «Эмбрион» имеется генератор активности в виде ГЕНЕРАТОРА ШУМА Q, который генерирует числа L для сканирования одного i-го канала внутренней памяти P, а продолжительность его работы определяется числом Uj.

Операторы Yj=XC+XD+XE осуществляют подсчет числа едини" (черных клеток) в n-разрядном регистре внутренней памяти P, и которые являются индивидуальными номерами или именами типов (их цветом или тоном) выходных мотонейронов или каналов.

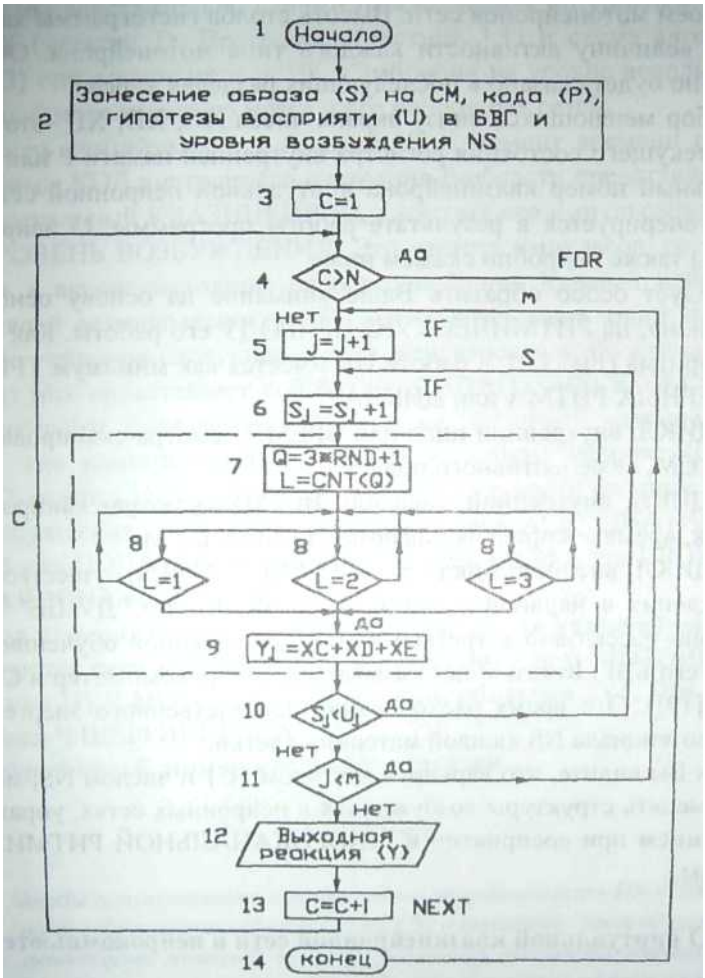


Рис.3.3. Алгоритм работы нейрокомпьютера

Построение выходного распределения или гистограммы - это отображение распределения частот F=f(Y), генерируемых последним слоем мотонейронов сети. Высота столба гистограммы характеризует величину активности каждого типа мотонейрона. Об этом подробно будет сказано в последующих разделах курса.

Набор меняющихся внизу экрана чисел XC, XD, XE -это индикация текущего состояния регистра внутренней памяти P или индивидуальный номер квазинейрона виртуальной нейронной сети, которая генерируется в результате работы программы. О нейронной сети мы также подробно скажем ниже.

Следует особо обратить Ваше внимание на основу основ НК «Эмбрион», на РИТМИЧЕСКУЮ ПРИРОДУ его работы. Как видно из алгоритма (Рис.3.3), в работе НК имеется как минимум ТРИ ХАРАКТЕРНЫХ РИТМА или ЦИКЛА:

S-ЦИКЛ, внутренний цикл или ВРЕМЯ осмотра-сканирования j-строки СМ, ее рецептивного поля Sj;

/н-ЦИКЛ, внутренний цикл или ВРЕМЯ осмотра-сканирования m строк, время восприятия информации со всей СМ;

С-ЦИКЛ, внешний цикл или «ВРЕМЯ ЖИЗНИ», существования возбуждения в нервной системе или ДУШИ. (О "ДУШЕ" будет подробно рассказано в третьей книге, посвященной обучению НК, работе его БВГ. Книга будет называться "Нейрокомпьютер и Сверхразум"[19]). Это время расходования наследственного энергетического потенциала NS «живой материи» клетки.

Как Вы видите, что варьируя вектором {U} и числом NS, можно гибко менять сгруктуры возбуждения в нейронных сетях, управлять **вниманием** при восприятии и МНОГОКАНАЛЬНОЙ РИТМИКОЙ системы.

3.5. О виртуальной квазинейронной сети в нейрокомпьютере

Если Вы внимательно следите за изложением идеи реализации нейрокомпьютера «Эмбрион», то обязательно заметили терминологические противоречия или многозначность названий в блок-схеме на Рис.3.1, где блоки НК сравниваются с блоками-отделами ЦЕЛОГО МОЗГА с одной стороны, а на Рис.3.2 сенсорная матрица высту-

пает уже в роли поверхностного слоя мембраны отдельного КВАЗИНЕЙРОНА.

Да, мы действительно с Вами перемещаемся по уровням описания НК (занятие 1). Программа (листинг 3.!) и схема алгоритма (Рис.3.3) описывают модель НК «Эмбрион» на уровне довольно абстрактной модели целого мозга и его нейронных сетей.

Теперь считайте, что в каждый Uk-й момент времени работы программы КОД внутреннего состояния Р-области представляет собой виртуальный КВАЗИНЕЙРОН, а частота его импульсации - это его УРОВЕНЬ ВОЗБУЖДЕНИЯ. Это частота импульсов, регистрируемая в аксоне-выходном отростке нейрона. Каждый нейрон за счет своей неравновесности (J) может возбуждать один или несколько нейронов следующего слоя, вероятность возбуждения каждого из них представляет собой ВЕС СИНАПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ. Квазинейроны, содаваемые образами на сенсорной матрице - это место, где конвергируют (сходятся) на одном нейроне (смотри Рис. 1.2 занятия 1) разные по смыслу и модальности входные сигналы-возбуждения. Это место, где рождаются АССОЦИАТИВНЫЕ ЗОНЫ или ПОЛЯ коры мозга. В то же время, СМ - это ПРОЕКЦИОННАЯ ЗОНА коры.

Под слоями проекционных и ассоциативных квазинейронов генерируются сети нового уровня интеграции - сети МОТОНЕЙРОНОВ или ПУЛ МОТОНЕЙРОНОВ спинного мозга {Y}. Это и есть "воронка Ч.ШЕРРИНГТОНА"[75].

Подробнее об этом на следующем занятии.

3.6. Задание

/. *Чтобы почувствовать возможности нейронной сети НК «Эмбрион» по преобразованию образа {S} на СМ к выходное распределение {Y} активности мотонейронов при различных начальных значениях {P} и гипотезах восприятия {U}. наберите ратичные образы на СМ: черное поле, белое поле.диагональную линию, точку в центре СМ, и в различных участках СМ, вертикальную линию и покачайте ее по горизонтали, горизонтальную линию и подвигайте ее по вертикали и т. д. Все это проделайте при одной гипотезе восприятия, например,*

{U}-(UI = U2 = U3-2), а затем при другой гипотезе: (U1=6,U2=2,U3 = 1).

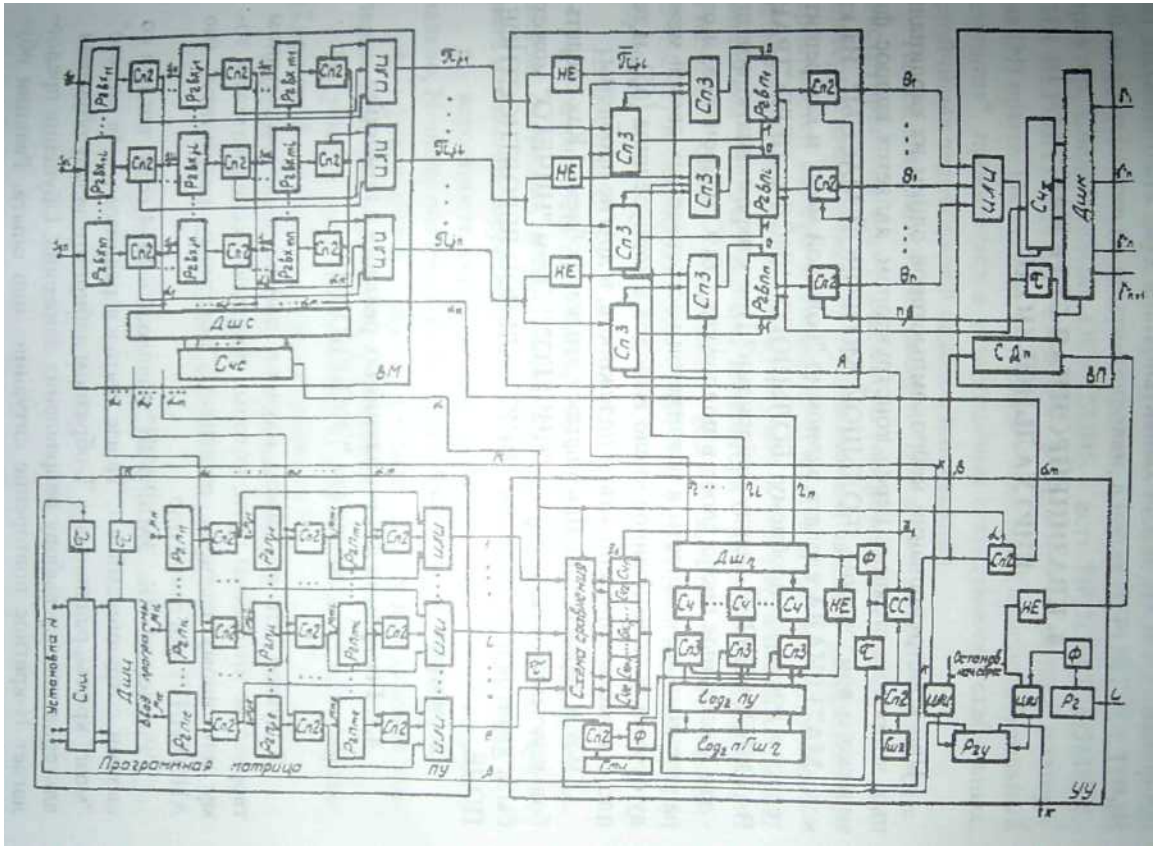
Во всех случаю: сделайте {P}=(P1=P2=P3=0), а NS=20. Затем установите {P}=(Pl=P2=P3 = l).

2. *Имеет ли наша зародышевая эмбриональная нервная система ОСЬ СИММЕТРИИ?*
3. *Имеется ли у нашей системы-организма внешний мир в виде НЕГА ТИВА* и *ПОЗИТИВА ?*
4. *Какие допустимы ИНВАРИАНТНЫЕ преобразования образа на СМ?.*
5. *Чем отличаются по свойствам инвариантности рецептивные поля-столбцы от полей-строк?*
6. *Придумайте СВОИ варианты рецептивных полей, сенсорных матриц (кольцевых, перпендикулярных, объемных, полутоновых) и способов их сканирования от блока выдвижения гипотез (БВГ).*
7. *Наберите NS>30. Усовершенствуйте программу, сделав нормирова ние по оси Y выходного распределения. Сделайте видимыми внут ренние слои нейронной сети.*
8. *Запомните и запишите контрольные числа {Y} для тестового примера, приведенного в разделе 3.3 настоящего занятия:*

   Y0=0; YI = 11 ; Y3=3 для NS=20,

   или для нормированного распределения Y

   Y=O.O11; Y1 =0.326; Y2=0.49; Y3=0.173.
9. *Соберите схему нейрокомпьютера, приведенную ниже.*


Дшс
Счс
ВМ
НЕ
Сп3
Рзбп
Сп2
ШЛ
Дшк
Счк
Ф
СДп
ВП
А
Установка N
Счл
Дшл
Программная матрица
ПУ
Схема сравнения
Дшг
Сч4
СС
Сбрг ПУ
Сбрг ГШ2
Остановка начальная
Рг
Рзу
УУ

4. КВАЗИНЕЙРОННАЯ СЕТЬ КАК ВИРТУАЛЬНОЕ ПОЛЕ

При конструировании нейрокомпьютеров одним из кардинальных вопросов, стоящих перед конструктором, является вопрос физического воплощения "БОЛЬШОЙ МОЗГОВОЙ МАССЫ". Из какого МАТЕРИАЛА сделать экономно "большой мозг" и как решить технологическую проблему БОЛЬШОГО ЧИСЛА ПЕРЕСТРАИБАЕМЫХ СВЯЗЕЙ между нейронами? При микроминиатюризации - это и огромное число слоев в подложках СБИС нейрочипов, и ограниченные возможности в реализации настраиваемых связей между слоями, и ограниченное число выводов в корпусе чипа [65], и тепло, и помехозащищенность, и надежность, и другие проблемы.

Вот и перед нами с Вами встают эти же проблемы! Как сделать большую мозговую среду из "НИЧЕГО"?! Этим "НИЧЕГО" может быть квантовое, дискретное ВИРТУАЛЬНОЕ ВЕРОЯТНОСТНОЕ ПОЛЕ.

Рассмотрим, что это такое.

4.1. Генерация альтернативных реакций с помощью автомата "ЭМБРИОН-1"

Я думаю, что во всяком научном поиске, в любом научном творчестве интересны пути, которые приводят исследователя к тому или иному важному решению, "полезному результату" (по АНОХИНУ) или открытию.

"Рождение" НК "ЭМБРИОН" началось в 1964 году, когда я со своими сотрудниками в г. Пензе пытался реализовать "в железе" "мозг" крысы, решающей в Т-образном лабиринте задачу обучения альтернативному выбору направления движения. Обучение предполагает N-кратное повторение ситуации или опыта. Реакции обучающегося в Т-образном лабиринте (в нашем случае реакции кры-

сы) должны быть двух альтернативных видов, Л1 и А2. Выбор одной из альтернатив не детерминирован, а носит ВЕРОЯТНОСТНЫЙ характер. Следовательно, ОБУЧЕНИЕ - есть ПРОЦЕСС ИЗМЕНЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ РЕАКЦИЙ в ходе многократного повторения (N) опыта. Окончание обучения -"полезный приспособительный результат", проявляется в установлении статистически стабильных, устойчивых вероятностей исходов или реакций.

Поиск аппаратной реализации "мозга" испытуемого начался с конструирования многоканального генератора случайных величин (альтернативных реакций) с управляемым законом распределения вероятностей выбора альтернатив (Рис.4.1а и б). Затем, применительно к двухальтернативному случаю Т-лабиринта появился двухканальный (Al, А2) вариант генератора - автомат "ЭМБРИОН-1" (Рис.4.1 в). Схема управления (СхУ) вместе со счетчиками (Сч1,Сч2) и дешифраторами (Дш1,Дш2) реализовывали алгоритм обучения.

На рисунках:

п - разрядность схем совпадения, кольцевого сдвигающего регистра, счетчиков и дешифраторов, определяющая дискретность шага изменения вероятностей,

р - вероятность поворота направо, 1-q - вероятность поворота налево, N-число повторений выборов, опытов или пробежек,

+Uj,2-поощрения слева (1) и справа (2), осуществляемые экспериментатором через схему управления.

N1,2-число поворотов налево (1)-реакций вида А1 или направо (2)-реакций А2 из общего числа пробежек N.

<u>Аппаратно</u> реализуются следующие условия:

$$p + q = 1 \text{ - полная система событий} \qquad (4.1)$$

$$p=N1/N;q=N_2/N;(l/N)*(N1+N2)=l, \qquad (4.2)$$

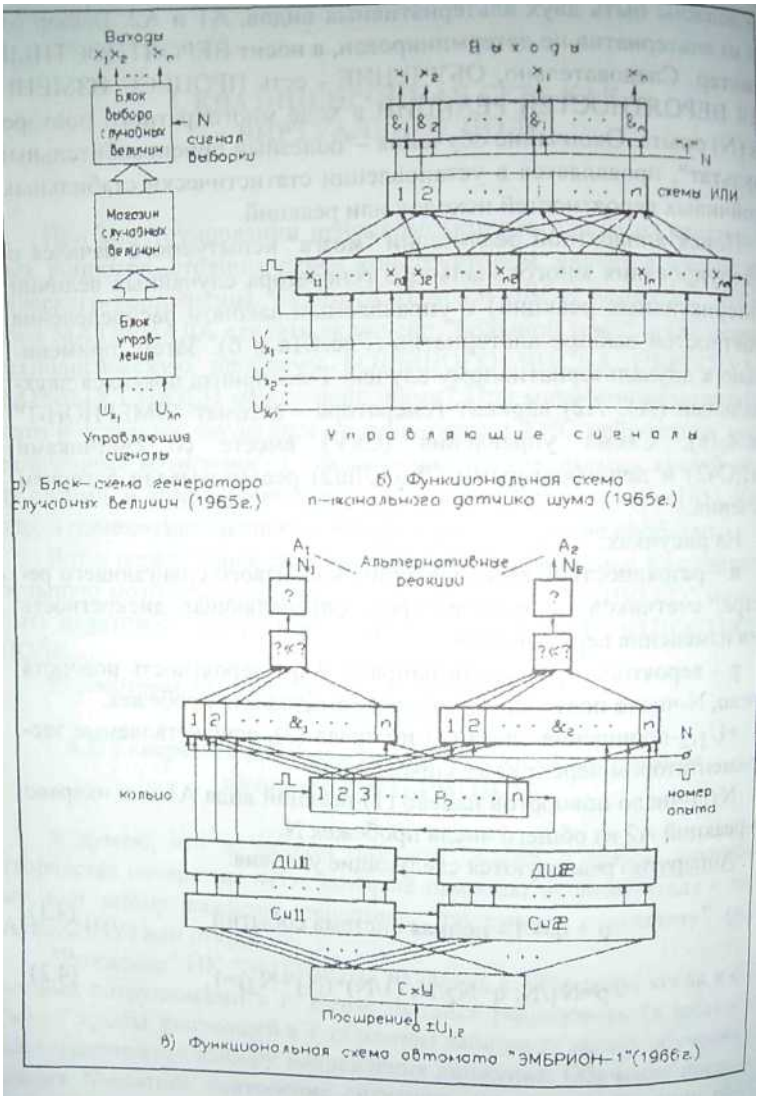


Рис. 4.1. Эволюция вероятностного автомата "ЭМБРИОН"

где p и q - частота реакций при N»l приближается к вероятности. Формула полной вероятности (I) утверждает, что ВЕРОЯТНОСТИ реакций не могут быть созданы или уничтожены, а МОГУТ ТОЛЬКО ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЯТЬСЯ на каждом шаге обучения (некий закон сохранения энергии). Причина изменения вероятностей p и q - это реакция "мозга" крысы на действие экспериментатора после каждого выбора в виде поощрения или наказания +U1 ,2; -Uj,2- Это изменение осуществляется при помощи матричного оператора T, применяемого к вектору p.

$$T*p = \begin{vmatrix} u_{11} & u_{12} \\ u_{21} & u_{22} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} u_{11}*p + u_{12}*q \\ u_{21}*p + u_{22}*q \end{vmatrix} \qquad (4.3)$$

Пусть u 1 2 = a ; u 2 1 = b - коэффициенты, тогда для i-го испытания (шага обучения)

$$T_i = \begin{vmatrix} 1 - b_i, & a_i \\ b_i, & 1 - a_i \end{vmatrix} \qquad (4.4)$$

$$T_i*p = \begin{vmatrix} (1-b_i)*p + a_i*q \\ b_i*p + (1 - a_i)*q \end{vmatrix}, \quad (i=1,2,...U) \qquad (4.5)$$

или

$$\begin{aligned} +Q_i*p &= (1 - b_i)*p + a_i*q \\ -Q_i*q &= b_i*p + (1 - a_i)*q \end{aligned} \qquad (4.6)$$

Явное (относительно выигрыша a; или потери bj вероятности реакции) представление операции управления вероятностным поведением крысы в Т-лабиринте имеет вид следующего ЭВОЛЮЦИОННОГО УРАВНЕНИЯ:

$$\mathbf{Q_i*p = p + a_i*(1 - p) - b_i*p,} \qquad (4.7)$$

где ai*(1 - p) - приращение вероятности, пропорционально максималью возможному (1 - p),

bi*p - уменьшение вероятности, пропорционально максималь-
но возможному p.

Схема управления (СхУ) через счетчики (Сч1,2) и дешифраторы (Дш1,2) изменяет ai и bi и тем самым дает возможность видоизменять условия обучения, а при постоянных a и b мы имеем ЭВОЛЮЦИЮ ВЕРОЯТНОСТЕЙ в процессе обучения подтверждаемую ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ КРИВЫМИ ОБУЧЕНИЯ.

У нас в руках была мощная (на 400 страницах) математическая стохастическая модель обучаемости Буша и Мостеллера [20], которая вместе с экспериментальными, опытными данными - кривыми обучения, служили надежными критериями правильности и адекватности нашей электронной конструкции "мозга" крысы.

Из Рис.4.1 видно, что в автоматах типа "ЭМБРИОН-1" возможны СЛУЧАЙНЫЕ СВЯЗИ в аппаратуре между любыми разря- дами (п) одной группы многоразрядных регистров, счетчиков, дешифраторов, схем совпадений и т.д. Требования к правильности монтажа (регулярности разводки проводников) упрощаются. Не страшны отдельные обрывы связей и отказы отдельных активных элементов среди многих параллельных каналов. Это значительно повышает технологичность, надежность, живучесть и помехоустойчивость, что особенно важно при микроминиатюризации аппаратно реализуемой системы.

Далее, работая при так называемом условии равенства альф [20], когда боль слева -U1 эквивалентна по силе награде справа +U2, оказалось, что можно одну зеркально симметричную половину обучающейся машины просто не паять

Появилась новая [21] 10-ти разрядная модель обучающейся машины - НК "ЭМБРИОН-2" (Авторское свидетельство №: 36028, 1967), которая и стала основой аппаратной реализации ряда маделей нейрокомпьютеров "ЭМБРИОН-3", "ЭМБРИОН-4", "ЭМБРИОН-5" .

Но самое интересное то, что возникло желание УВИДЕТЬ

МИКРОСТРУКТУРУ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ,а не только его внешнюю оболочку в виде интегральной кривой'обучения. Захоте-

лось УВИДЕТЬ в динамике и в объеме СТРУКТУРУ ВЕРОЯТНОСТНОЙ ВЕТВЯЩЕЙСЯ СЕТИ, напоминающую сотовую конструкцию, ВИРТУАЛЬНОЕ ПОЛЕ, генерируемое обучающейся машиной "ЭМБРИОН-2". И вторая мысль (идея) - это ОТОЖДЕСТВИТЬ ветвящееся дерево исходов, состояний вероятностного автомата с некоторой конкретной конфигурацией КВАЗИНЕЙРОННОЙ СЕТИ, а ВЕРОЯТНОСТИ состояний представить как УРОВНИ ВОЗБУЖДЕНИЯ нейронов (или ЧАСТОТУ их ИМПУЛЬСАЦИИ).

4.2. Принципы генерации вероятностного поля

В основу построения модели нейрокомпьютеров типа "ЭМБРИОН" взяты следующие основные принципы:

1. Принцип НЕРАВНОВЕСНОСТИ состояний внешней {S} и внутренней {P} среды, т.е. **невязка** J>0.
2. Принцип СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ:

$$\sum P_i=1,\ i=1,2,\ldots,2^n \text{ для слов,}$$
$$\sum P_j=1,\ j=1,2,\ldots,n+1 \text{ для групп.}$$

3. Принцип СЕТЕВОГО ВЕТВЛЕНИЯ и ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ информации.
4. Принцип АДАПТИВНОСТИ или ПЕРЕСТРАИВАЕМОСТИ весов и связей, пошагового обучения.
5. Принцип ДОМИНАНТЫ (Ртах в ряду нейронов, Umax в строке СМ).
6. Принцип СТОХАСТИЧНОСТИ

(вероятностной организации
и функционирования).

7. Принцип АДЕКВАТНОСТИ нейрофизиологической ОБ
ЩЕЙ СТРУКТУРЕ и организации нервной системы, АНАЛОГО-
ДИСКРЕТНОГО и РИТМИЧЕСКОГО функционирования (наличие
a - ритма в НК).

8. Принцип ВИРТУАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ.
ОДИН и тот же слой физических элементов выступает в роли РАЗ
НЫХ элементов в РАЗНОЕ время.

9 Принцип КВАНТОВО-МЕХАНИЧЕСКОГО взаимодействия поля и вещества. Поток квантов NS, U - это поле («душа»), а реги-стоы СМ Р БВГ - это вещество(«тело»).

10. Принцип КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОГО ДУАЛИЗМА.
Поле в разные моменты собственного времени U ведет себя в од
ном случае как ЧАСТИЦА, а в другом - как ВОЛНА.

11. Принцип СИММЕТРИИ. "Позитив" и "негатив" мира, осе
вая симметрия, канальная инвариантность, реципрокность.

4.3. Квазинейронные сети

Основная идея построения квазинейронных сетей - это генерация или формирование структуры информационно-энергетического поля в виде объемной ветвящейся структуры:

У(объем)=У(аппаратура)*U(время)*Р(вероятность)

Учитывая огромные скорости обработки информации аппаратными средствами, можно, сохранив объем V, выиграть в расходе оборудования Y за счет ВИРТУАЛЬНОСТИ, т.е. использовав две другие координаты U и P. При этом мы еще выиграем в надежности.

Итак, создается ВИРТУАЛЬНАЯ МНОГОСЛОЙНАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ, некоторое СТОХАСТИЧЕСКОЕ ВИРТУАЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВО (Рис.4.2).

ОДИН и тот же аппаратно реализованный квазинейрон в регистре внутренней памяти {P} в различные моменты внутреннего собственного времени U выступает в роли МНОЖЕСТВА квази-неироноп в различных рядах и слоях со СВОИМИ СВЯЗЯМИ. Мы имеем пример колончатой или ансамблевой организации структуры нейронной сети или коры мозга, известной из нейрофизиологии

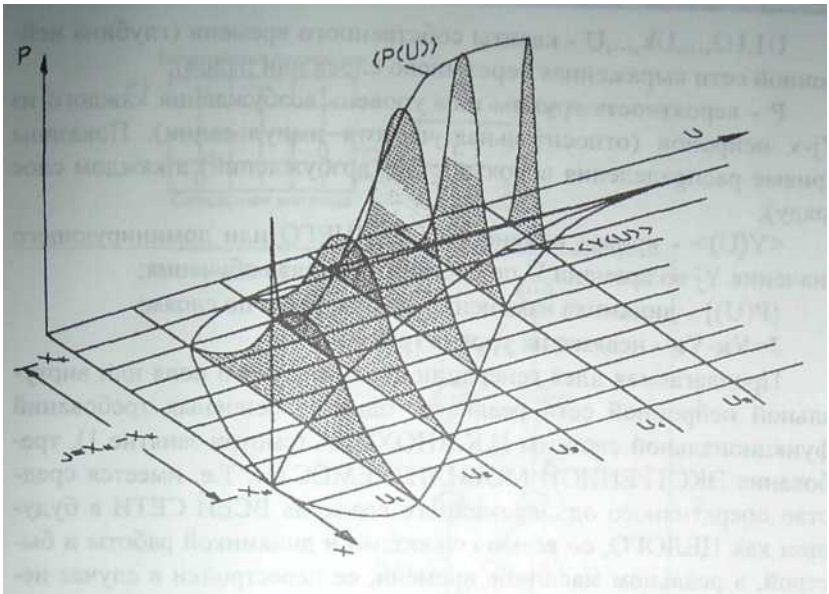


Рис. 4.2. Общий вид виртуального пространства-времени (квантового поля НК)

Вся информация об архитектуре сети, ее динамике возбуждения и эволюции хранится в свернутом виде (подобно тому, как вся структура и динамика белковых превращений живого организма закодированы и хранятся в молекулах ДНК) в трех аппаратно реализованных местах или блоках:

- в регистре внутренней памяти, в его кодах {P},
- в образе {S} на сенсорной матрице (СМ),
- в блоке выдвижения гипотез (БВГ),
  в векторе {U}
  и в невязке J.

Если в пространстве событий ввести трехмерную ортогональную систему координат с осями (Y,U,P), то общий вид вероятностного поля или некоторой динамической системы будет напоминать по внешнему виду морскую волну (Рис.4.2).

На рисунке Y_H, Y_K - начальное и,

соответственно, конечное состояние системы, описываемой на уровне групп (смотри ниже);

U1, U2,..., Uk,..,U - кванты собственного времени (глубина нейронной сети выраженная через число слоев или рядов);

P - вероятность группы или уровень возбуждения каждого из Yj-х нейронов (относительная частота импульсации). Показаны кривые распределения вероятностей (возбуждений) в каждом слое (ряду);

<Y(U)> - кривая изменения СРЕДНЕГО или доминирующего значения Yj во времени U по слоям, т.е. кривая обучения; {P(U)} - динамика изменения возбуждения по слоям; J=YK-YH - невязка на уровне групп.

Предлагаемая идея генерации вероятностного поля или виртуальной нейронной сети реализует одно из основных требований функциональной системы П.К.АНОХИНА (смотри занятие 1), требование ЭКСТРЕННОЙ МОБИЛИЗУЕМОСТИ. Т.е. имеется средство оперативного одновременного создания ВСЕЙ СЕТИ в будущем как ЦЕЛОГО, со всеми ее связями и динамикой работы и быстрой, в реальном масштабе времени, ее перестройки в случае необходимой адаптации. Меняя коды регистров P и CM, а также чисел в векторах {U}, можно оперативно получить новую конфигурацию нейронной сети.

Рассмотрим более подробно виды нейронных сетей, создаваемых в НК "ЭМБРИОН" (смотри блок-схему занятия 3, Рис.3.1б). В нейрокомпьютере генерируются сети двух уровней (не слоев, а УРОВНЕЙ ИНТЕГРАЦИИ информации на одном нейроне!):

- сети на УРОВНЕ СЛОВ или кодов - X, или

АССОЦИАТИВНАЯ СЕТЬ.

-сети на УРОВНЕ ГРУПП Y, или СЕТЬ МОТОНЕЙРОНОВ. На Рис.4.3.1, 4.3.2, 4.3.3 (рисунки взяты из моей книги [2]) показаны три варианта сетей на уровне построенных из виртуальных нейронов (тела клеток показаны кружками) для различных случаев начальных состояний P и гипотез восприятия {U} при одном и том же двоичном образе {S} „а сенсорной матрице (СМ). Это наши с Вами тестовые примеры для проверки программы или аппаратуры (смотри занятие 3).

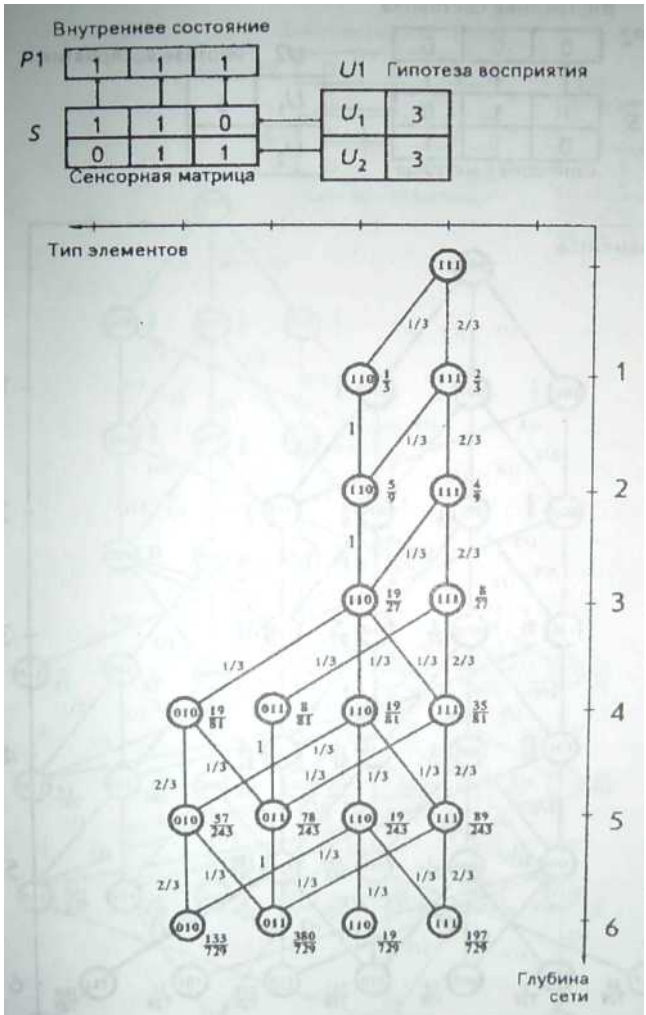


Рис. 4.3.1. Сеть виртуальных квазинейронов – гипотеза U1 = (3;3); P1 = (1;1;1)

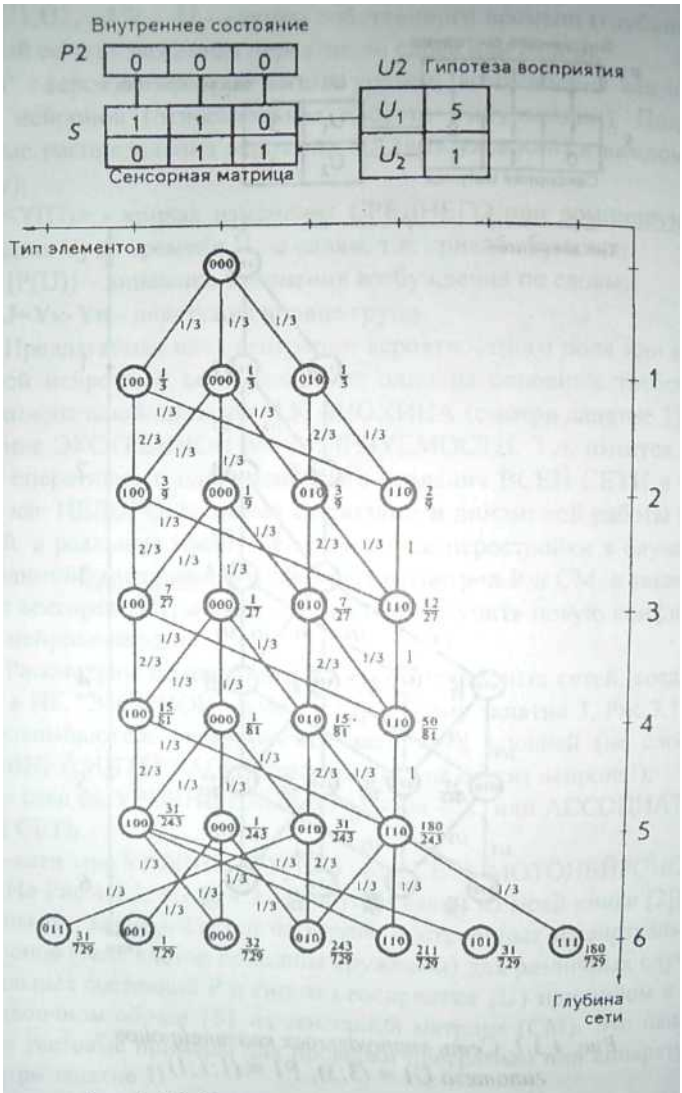


Рис. 4.3.2. Сеть виртуальных квазинейронов – гипотеза U2 = (5;1); P2 = (0;0;0)

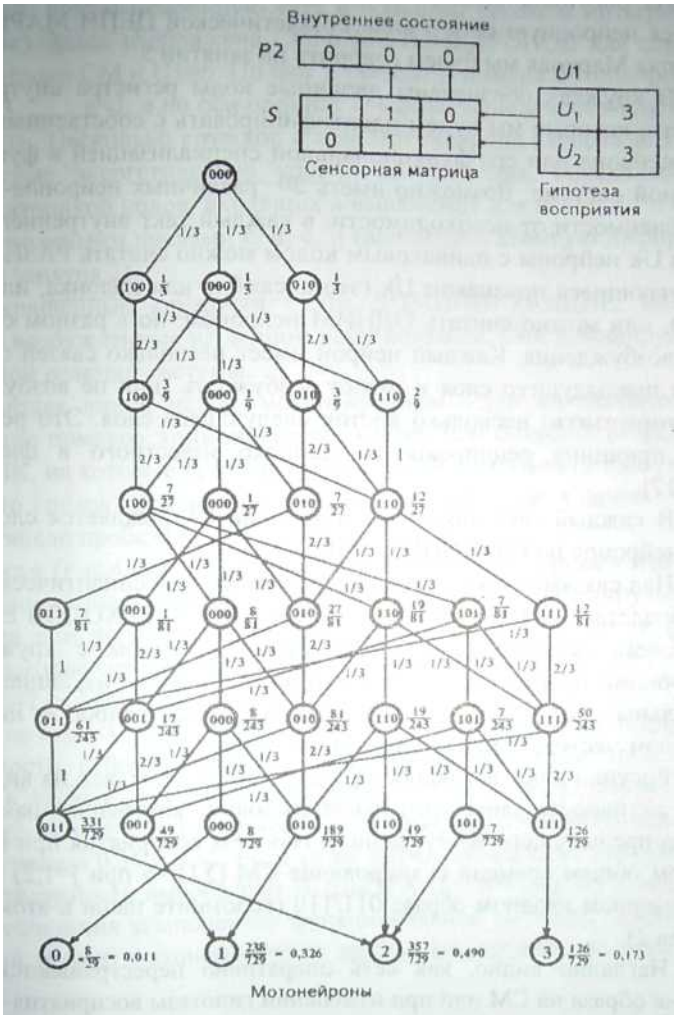


Рис. 4.3.3. Сеть виртуальных квазинейронов - гипотеза при U1 = (3;3); P2 = (0;0;0)

Из рисунков видно, что нейрокомпьютер генерирует ветвящуюся нейронную сеть в виде стохастической ЦЕПИ МАРКОВА. О цепях Маркова мы будем говорить на занятии 5.

В кружках обозначены двоичные коды регистра внутренней памяти, которые мы будем идентифицировать с собственным именем нейрона или его функциональной специализацией в функциональной системе. Возможно иметь $2^{П}$ различных нейронов-кодов. В зависимости от необходимости, в каждый такт внутреннего времени Uk нейроны с одинаковым кодом можно считать РАЗНЫМИ, отличающиеся признаком Uk (это ансамбль или колонка, или кластер), или можно считать ОДНИМ нейроном, но в разном состоянии возбуждения. Каждый нейрон имеет несколько связей с клетками предыдущего слоя и может возбуждать (или не возбуждать, т.е. тормозить) несколько клеток следующего слоя. Это реализация принципа реципрокности, широко известного в физиологии[17].

В каждый такт внутреннего времени Uk рождается слой или ряд нейронов по ГЛУБИНЕ СЕТИ.

Над связями между нейронами проставлены синаптические веса, представляющие собой ВЕРОЯТНОСТИ ПЕРЕХОДОВ стохастического автомата на данном шаге Uk. Рядом с кружками-нейронами проставлены дроби или числа, характеризующие относительные часто'ты импульсации конкретных нейронов на конкретном месте, т.е. их степень возбуждения.

Рисунки дают наглядное представление о том, как на вид сети и ее активность влияет начальное состояние внутренней памяти P (след предыдущего возбуждения), гипотеза восприятия' при постоянном общем времени сканирования СМ (£Uj=6 при j=l,2) и при неизменном входном образе 011/110 (вспомните наши n-атомы занятия 2).

Наглядно видно, как сеть оперативно перестраивается при смене образа на СМ или при изменении гипотезы восприятия - другого варианта сканирования образа на СМ со стороны БВГ (с {U1} = {5,1} На {U2} = {3,3}).

Если в сети, изображенной на Рис.4.3.3, объединить коды имеющие одинаковое число единиц в ГРУППЫ, как это показано

на рисунке, последний ряд - это мотонейроны,то мы получим но вый слой, новую нейронную сеть с большим уровнем интеграции (Рис.4.4а). Здесь изображена СЕТЬ МОТОНЕЙРОНОВ для случая одной строки СМ и U 1=6. По оси Y показаны номера мотонейронов 0, 1, 2, 3, ..., п+1, а по оси ординат U - собственное время или глу бина сети. Несколько кружков в теле мотонойрона изображают его дискретные энергетические уровни возбуждения, определяемые комбинаторикой кодов, входящих в выражение для невязки J и свя заны с атомными числами c, d, e, q (вспомните атомную информа тику из занятия 2).

Закрашенные кружочки - это ДОМИНИРУЮЩИЕ, максимально возбужденные на данном шаге нейроны. Они доминируют в выходной реакции системы.

Жирная линия между мотонейронами - это математическое ожидание номеров доминирующих клеток при большой разрядности n НК, на которые приходится максимум вероятности возбуждения. Это кривая обучения крысы в Т-лабиринте, где, в данном случае, U-число пробежек.

Ниже (Рис.4.46) показаны в том же масштабе кривые изменения относительных частот импульсации и смена доминирующего нейрона или лидера. Видно, известное из нейрофизиологии [18], подпороговое созревание ДОМИНАНТЫ А.А.УХТОМСКОГО (на шаге U=2 частота равна 0.22 для Y=2).

Еще ниже (Рис.4.4в) представлена кривая изменения энтропии активности нейронной сети, т.е. видна структура ее процессов САМООРГАНИЗАЦИИ (смотри раздел 2.7 занятия 2). Видно, что для п=3 при U=2 и U=3 имеет место максимальная неопределенность равная 0.36 и 0.35, но, в то же время, существует максимальная возможность выбора или ПОДБОРА (по АНОХИНУ) наилучшего сочетания компонентов функциональной системы, нужных в данный момент мотонейронов с требуемым уровнем их активности.

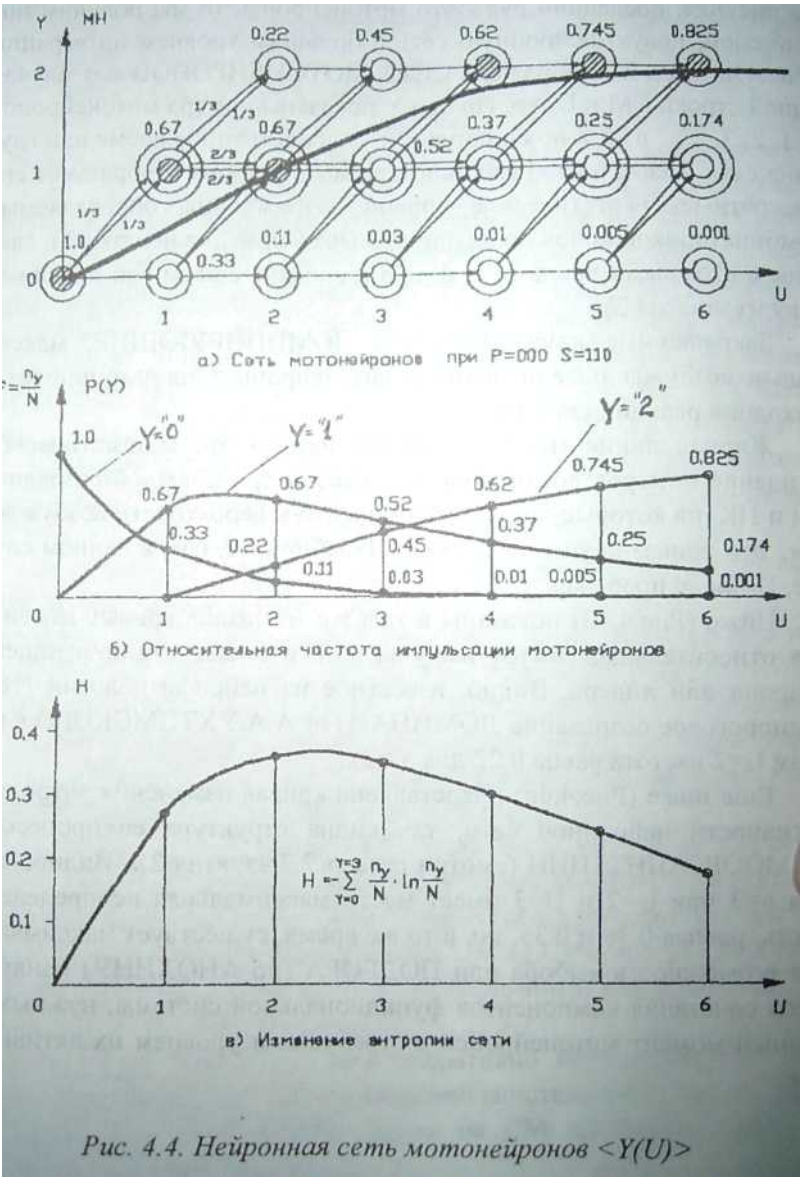


Рис. 4.4. Нейронная сеть мотонейронов <Y(U)>

Самоорганизация имеет место лишь при наличии неравновесности, т.е. невязка J не равна нулю. Еще более наглядно виден процесс самоорганизации в многослойной нейронной сети для п =10, рассчитанной И.Н.ДОВГИМ (Рис.4.5).

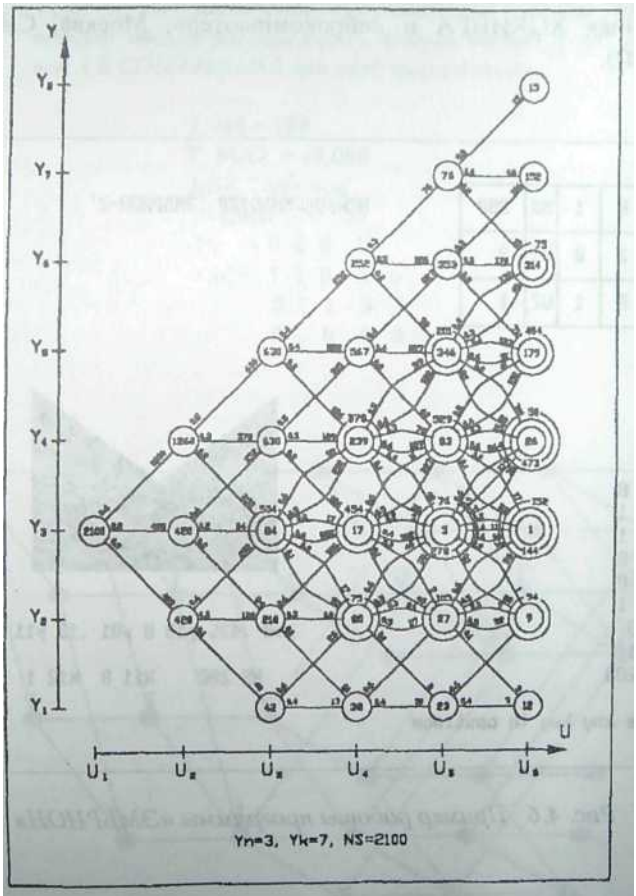


Рис. 4.5. Нейронная сеть 10-ти разрядного НК

И последнее, если рост энтропии, как это принято в термодинамике, считать признаком наличия стрелы течения времени, **то в НК «ЭМБРИОН» имеет место изменение направления течения времени, т.е. прошлое становится будущим и можно реализовать «ВОСПОМИНАНИЕ О БУДУЩЕМ»** (смотри мою книгу «Вселенная ХОКИНГА и нейрокомпьютер», Москва, СИНТЕГ, 2000 [14]).

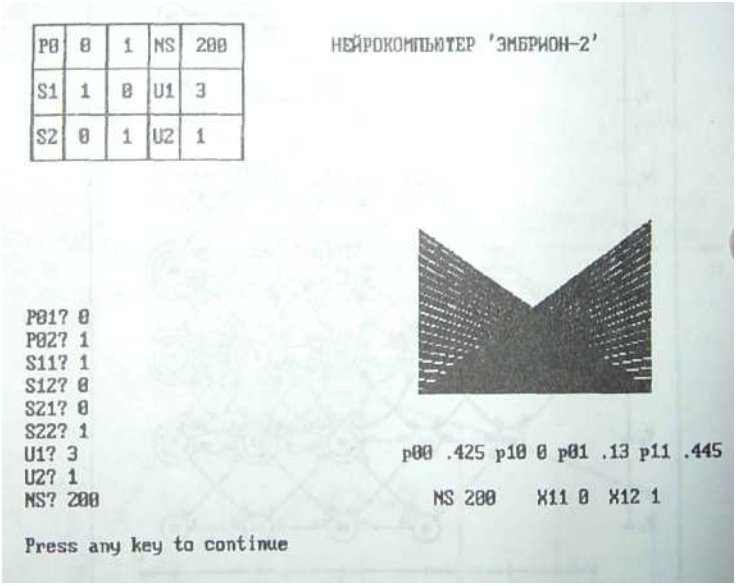


Рис. 4.6. Пример работы программы «ЭМБРИОН»

4.4. Задании

/. Напишите программу, котором рсализовывала бы генерацию виртуальных непрочных сетей при переменной разрядности Р и СМ (n=var), задаваемой пользоватенем с пульта.На рис.4.7. показан пример работы такой программы bnk_3, раз работай ной А.В.СОБОЛЕВЫМ) при следующих данных:

```
i_zad = 100
Y_MAX = 40.000
БНК 'Эмбрион'
Введите NS: 500
P0  = 0 0 0  U
CM = 1 1 0  3  6
     0 1 1  3  3
     0 0 0  0  0
```

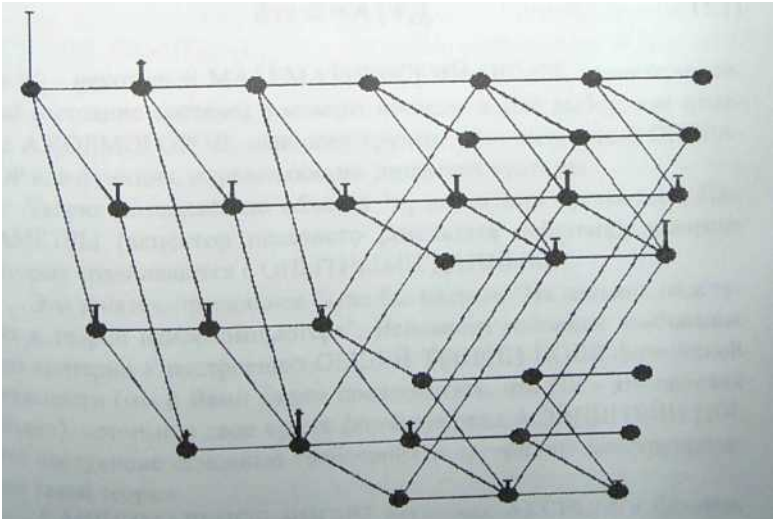


Рис. 4.7. Нейронная сеть, синтезированная программой bnk_3.

2. *Постройте и вручную рассчитайте для примеров, изображенных на Рис.4.3.1, 4.3.2, 4.3.3), параметры сетей мотонейронов или вторых слоев. Напишите программу, которая делала бы эту работу автоматически.*
3. *Определите закон изменения синоптических весов связей мотоиейронов в зависимости от глубины сети (шага U).*
4. *Попробуйте придумать для различных видов нейронных сетей варианты ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ и СФЕРИЧЕСКОЙ систем координат.*
5. *Сделайте диаметр цилиндра пространственной координаты r зависимым от величины и структуры невязки J.*
6. *Попробуйте сделать программу, которая бы демонстрировала ВРАЩЕНИЕ ВИРТУАЛЬНОГО ПОЛЯ в цилиндре или в диске и СПИРАЛЕВИДНОСТЬ его ДИНАМИКИ (Рис.0.1 во Введении).*

Занятие 5

5. ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ

5.1. Вводные замечания

НК "ЭМБРИОН" представляет собой довольно сложный и интересный объект исследования и описания как для математиков, так и для физиков-теоретиков.

Создание ОБЩЕЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ, такой как мозг, Вселенная, нейрокомпьютер, можно в общем виде свести к получению и решению уравнения, управляющего изменением во времени некоторого объекта Ψ_t:

$$d\Psi/ dt = A (\Psi_t), \qquad (5.1)$$

где Ψ_t - некоторый МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЪКТ, характеризующий состояние системы в момент времени t. Его выбор, как отмечал А.КОЛМОГОРОВ, наиболее труден. А - некоторый ОПЕРАТОР или функция, определяющие динамику системы.

Теория позволяет по объекту Ψ_t вычислить прогнозные ПАРАМЕТРЫ (акцептор полезного результата действия), значения которых сравниваются с ОПЫТНЫМИ ДАННЫМИ.

Это занятие правильнее было бы назвать "На дальних подступах к теории нейрокомпьютера". Вспомним основные требования или критерии к построению ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ПОЛЯ физической реальности (мы с Вами будем предполагать, что НК - это полевой объект), которые в свое время формулировал А.ЭЙНШТЕЙН [10]. Это следующие основные требования и алгоритмы конструирования такой теории:

* МИНИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО исходных АКСИОМ и базовых постулатов или гипотез, лежащих в основе теории;

* ПРИНЦИП НАИБОЛЬШИЙ ПРОСТОТЫ теории, простоты выражения на формальном языке этой теории основных законов физической реальности;

* ЛОГИЧЕСКИЙ ВЫВОД частных утверждений и ЗАКЛЮ ЧЕНИЙ и сравнение их с данными ощущений или опыта;

* правильный ИНТУИТИВНЫЙ ВЫБОР АКСИОМ (внелоги ческий, психологический) из совокупности непосредственных данных ощущений.

Критерием правильности выбора аксиоматического бази са является совпадение предсказаний теории с экспериментами на объектах физической реальности.

Нейрокомпьютер, как и мозг, - это объекты физической реальности, которые погружены в реальное пространство-время (ПВ), в физическую Вселенную. Постулируя адекватность при некоторых граничных условиях структуры и функции (ГЕОМЕТРОДИНАМИКИ) нейрокомпьютера и мозга, мы приходим к логической неизбежности создания ЕДИНОЙ ТЕОРИИ физической ВСЕЛЕННОЙ или в более узком варианте - теории ЖИВОЙ ВСЕЛЕННОЙ, которая является вложением в общую теорию физической Вселенной. А может быть и наоборот! (смотри [19]).

Построение общей теории Живой Вселенной - дело будущего, а пока мы с Вами сделаем первые шаги в направлении создания фрагментов теории нейрокомпьютера "ЭМБРИОН", его математической модели.

5.2. Формализмы блок-схемы НК

Так как НК "ЭМБРИОН" может быть описан на нескольких Уровнях (смотри занятие 1), то на каждом уровне описания должна ыть создана формальная модель, выявлены ее свойства и возможности, а затем модели всех уровней должны быть объединены в некоторую СУПЕРМОДЕЛЬ.

Естественно, названные уровни, их число и состав, чисто условны и выбираются конструктором НК, в зависимости от постав-

ленной задачи. На каждом уровне НК проявляются те или иные специфические свойства и возможности модели.

В рамках настоящих занятий, естественно, мы не сможем формально описать НК на всех уровнях. Поэтому, рассмотрим пока формализмы блок-схемы НК "ЭМБРИОН", приведенной на Рис.3.1. СЕНСОР, состоящий из группы специфических РЕЦЕПТОРОВ (датчиков) разной модальности (воспринимающих свой вид энергии раздражителя: световой, звуковой, химической и т.д.) и ПОИ - системы предварительной обработки информации, являются для каждого конкретного применения НК специфическим, ИНДИВИДУАЛЬНЫМ УСТРОЙСТВОМ или блоком. Это могут быть: сенсор для системы обработки изображения, сенсор гидроакустического локатора, группа сенсоров для комплексной медицинской экспресс-диагностики или сенсоры марсохода.

Итак, пусть: {E} - некоторое множество энергетических воздействий на рецепторы,

{K} - множество алгоритмов кодирования и преобразования информации с рецепторов для представления ее в стандартном для сенсорной матрицы коде {S}, в виде рецептивных полей (РП) строк и столбцов СМ.

Тогда сенсор можно формально представить в виде ОТОБРАЖЕНИЯ множества внешней среды на СМ:

$$F1:\ \{E\} \xrightarrow{K} \{S\} \qquad (5.2)$$

Следующий шаг формализации - это формирование {P}, а точнее, извлечение прошлого опыта из памяти ИК. На этом шаге формализуется выбор трех компонент, задающих структуру и динамику вероятностного поля или вид нейронных сетей:

P - КОДА n-разрядного регистра внутренней памяти P, {U} - ГИПОТЕЗЫ ВОСПРИЯТИЯ, которая связана функцией F(E,K,{P},M) с ДОМИНИРУЮЩЕЙ МОТИВАЦИЕЙ в данный момент - M, обстановочной афферентацией (E,K) и прошлым опытом {P}. Вспомните основные компоненты функциональной системы Рис. 1.1 занятия 1.

NS - ЗАПАСА ЭНЕРГИИ АКТИВНОСТИ как компромисса между необходимой точностью и надежностью принятия решения с одной стороны и допустимым временем на эту операцию, включая этап реализации программы действия. Формализм этого этапа можно записать следующим образом:

$$F2:\ [\{S\},\{P\},\{U\}] \xrightarrow{M} [P,\{U\},NS] \qquad (5.3)$$

Блоки регистра P, СМ, БВГ, генератора NS, и реципрокного сжимателя (РС) - это некоторый ИНВАРИАНТ НК для решения любой задачи. Этот набор материальных носителей генерирует виртуальное вероятностиое_поле в виде ассоциативной (уровень слов-кодов) и моторной (уровень групп) нейронных сетей (смотри занятие 4).

Отобразим каждую строку СМ во внутреннюю переменную, в слово Xj:

$$F3:\quad S_j \longrightarrow X_j \qquad (5.4)$$

Алгоритм преобразования каждого разряда регистра P xj - внутреннего представления двоичного кода - слова Xj следующий:

$$F4:\quad x_i := (p_i + s_i) - p_i \qquad (5.5)$$

где := - знак присвоения, Pi - двоичное (в общем случае любое численное или символьное) значение i-го разряда регистра P, si - значение i-го разряда j-й строки СМ, непосредственно взаимодействующий со словом P.

Взаимодействие n-разрядных слов P и Sj осуществляется путем РАВНОВЕРОЯТНОГО СКАНИРОВАНИЯ со стороны j-й строки БВГ числом сканирующих импульсов Uj. Причем, за каждый такт, k-ый импульс, преобразуется по алгоритму (5) ТОЛЬКО ОДИН из п i-ый разряд пары S/P:

$$F5:\quad \{X_{jo}\} \xrightarrow{U_j} \{X_{ju}\} \qquad (5.6)$$

Генерация вероятностного поля (нейронной сети) осуществляется по алгоритму А:

$$F6:\ [\{S\},\{P\},\{U\},\ NS] \xrightarrow{A} \{Yc\} \qquad (5.7)$$

Здесь NS - число многократных статистических испытаний или преобразований. Это есть характеристика времени возбуждения или "времени жизни" нейронной сети, {Ус} - множество выходных слов-кодов.

Образование мотонейронной сети:

$$F7:\ \{Yc\} \xrightarrow{D} \{Yr\}, \qquad (5.8)$$

Здесь имеет место образование групп из слов с помощью алгоритма:

$$D:\ \{Yr\} = \sum_{i=1}^{n} x_i, \qquad (5.9)$$

где *xi* - булевая переменная i-го разряда слова.

Многоканальный импульсный поток от множества мотонейронов {Yr} или от множества ассоциативных нейронов {Yc} преобразуется в блоке РЕЦИПРОКНОГО СЖИМАТЕЛЯ (РС) в ДВА многоканальных антагонистических (реципрокных) потока по алгоритму:

$$F8:\ \mathbf{R} = K^* \sum_{i=1}^{n/2} (K_i{*}f_i - K_{-i}{*}f_{-i}), \qquad (5.10)$$

где К - общий коэффициент сжатия,

Kj, K-i - коэффициенты или веса частот (i)-х или (-i)- х нейронов из {Yc} и {Yr},

fj, f-i - частоты импульсации или активности (i)-го или (-i)-го нейрона.

Пример варианта программной реализации этого алгоритма приведен в листинге 3.1 занятия 3.

Подробнее о формализации инвариантной части НК "ЭМБРИОН" мы поговорим ниже в разделах 3 и 4 настоящего занятия.

И последнее, что необходимо сказать в этой части, это несколько слов о выводе данных из НК на объект управления, о так называемом УСО - устройстве сопряжения с объектом или об интерфейсе пользователя. На Рис.3.16) приведена схема применения НК в контуре управления летательным аппаратом (ЛА), поэтому в этом примере частоты fj и *f.[* по двум группам каналов воздействуют через интеграторы и приводы на двигатели рулей тангажа, рысканья или крена. Естественно, это тоже специфические блоки устройства преобразования информации и энергии, которые конструируются под конкретную задачу и конкретный объект. Это неинвариантная часть системы.

В случае применения НК в виде медицинского диагностического комплекса, выход может быть оформлен, например, в виде круговой диаграммы - комплексной характеристики состояния здоровья пациента, где каждый *f* и f_j канал дает свой вклад в графическую форму общей диагностической картины. Причем, Kj и K-j устанавливается индивидуально для каждого симптома заболевания и выбирается врачом-экспертом.

5.3. Предельные оценки

Давайте рассмотрим предельные оценки основных параметров **инвариантной части НК "ЭМБРИОН".**

5.3.1. Объем мозговой массы НК

Если нейронную сеть НК представить в виде ПЛОСКОСТИ с шириной - b и глубиной - d (смотри Рис.4.1 занятия 4), то ОБЪЕМ «мозговой массы» НК (толщину нейронов в сети принимаем равной 1) будет:

$$V = B*d, \qquad (5.11)$$

где d может быть выражено в числе слоев традиционных нейронных сетей (например, сетей Хопфилда [8]).

Максимальное значение ширины сети на уровне слов-кодов

$$b_k = 2^n, \qquad (5.12)$$

где n - разрядность НК, а на уровне мотонейронов или групп

$$b_r = n+1. \qquad (5.13)$$

Глубина любой сети зависит от числа строк СМ - m и от числа сканирующих импульсов Uj в строке

$$d = \sum_{j=1}^{m} Uj = U \qquad (5.14)$$

U можно назвать ВНУТРЕННИМ (или собственным) ВРЕМЕНЕМ сенсорного и моторного анализа и синтеза.

Объем "мозговой массы" для сетей из слов-кодов равен

$$V_k = 2^n * \sum_{j}^{m} Uj\,; \qquad (5.15)$$

для сетей мотонейронов или <u>групп</u>

$$V_r = (n+1) * \sum_{j}^{m} Uj \qquad (5.16)$$

Так как в НК можно ОДНОВРЕМЕННО использовать сети как уровня слов (ассоциативные сети) так и уровня групп (сети мотонейронов), то максимальный общий объем "мозговой массы" НК равен

$$V = V_k + V_r; \quad (5.17)$$

$$V = 2^n * \sum_j^m Uj + (n+1) * \sum_j^m Uj,$$

или окончательно

$$V = (2^n + n + 1) * \sum_j^m Uj \quad (5.18)$$

5.3.2. "Время жизни" поля

В нервной сети НК существует возбуждение, т.е. сеть функционирует или "живет", пока существует поток импульсов NS и пока есть в БВГ запас импульсов U для m строк СМ.

Время возбуждения сети или "время жизни" равно

$$Tg = t * NS * U \quad (5.19)$$

Здесь t=l/Fs -минимальный квант времени поля, который зависит от предельной частоты генератора NS, вырабатывающего частоту Fs. Пусть также t=l.

NS - энергетический потенциал или запас активности системы. Пока он не израсходуется, система "живет" (смотри Рис. 3.16). Если учесть, что

$$U = \sum_j^m Uj,$$

тогда

$$Tg = NS/Fs * U.$$

И максимальное "время жизни" поля (сети) равно

$$Tg = NS * \sum_{j}^{m} Uj \qquad (5.20)$$

5.3.3. Количество вещества в вероятностном поле

Условимся считать один импульс от генератора NS за единицу "массы" вещества в вероятностном поле, тогда общее количество вещества или материи в течении "жизни" поля будет пропорционально его объему и "времени жизни", т.е.:

$$M = NS * V = Tg * (b_k + b_r), \qquad (5.21)$$

где bk - ширина сети из слов, br - ширина сети из групп. Итак, масса M поля окончательно равна

$$M = NS * (2^n + n + 1) * \sum_{j}^{m} Uj \qquad (5.22)$$

Теперь опишем НК "ЭМБРИОН" на МЕЗОуровне На как множество ассоциативных нейронных сетей (на уровне слов-кодов).

Виды таких сетей были изображены на Рис.4.3.1, 4.3.2, 4.3.3 занятия 4.

5.4. Нейронная сеть как стохастический автомат МАРКОВА

Представим НК "ЭМБРИОН" как устройство с п входами и п выходами. На n-разрядный вход может быть подано любое слово из ГОДНОГО множества{S}:

$$S = \{ S_1, S_2, S_3, \ldots, S_r \},$$

где $r = 2^n$, а n - разрядность сенсорной матрицы НК.

Комбинация п двоичных сигналов одновременно поданных на все входы образует вектор или ВХОДНОЕ СЛОВО в момент времени t и будет обозначаться Sf.

Аналогично, на n-рачрядном выходе может появиться любое слово из ВЫХОДНОГО множества{Yc}:

$$Y_c = \{ Y_1, Y_2, Y_3, \ldots, Y_r \},$$

где $k=2^n$, Yt - ВЫХОДНОЙ СЛОВО и момент времени t.

В силу конечности алфавитов и с целью удобства будем считать число входных слов равным числу выходных слов. Другими словами, разрядность входа и выхода автомата совпадают, т.е. мощности множеств {S} и {Yc} равны.

Если работа автомата задается следующей таблицей

ВХОД	S_1	S_2	.....	Sr
ВЫХОД	Y_1	Y_2	.....	Yr

где $r=1,2 \ldots, 2^n$, то АВТОМАТ называется КОНЕЧНЫМ БЕЗ ПАМЯТИ. Реакция его на входное слово определяется только видом этого слова и не зависит от предыстории работы.

Для нашего НК это имеет место при т=3 и Ul»n, а U2=U3=0.

Рассмотрим теперь множество P = { P1, P2, Рз, ..., Рг}, которое назовем АЛФАВИТОМ ВНУТРЕННИХ СОСТОЯНИЙ. Pt - характеризует состояние автомата в момент t.

Если работа автомата определяется не только входным словом St в момент t, но и тем внутренним состоянием Pt, в котором находился автомат в этот момент, то такой автомат называется КОНЕЧНЫМ АВТОМАТОМ С ПАМЯТЬЮ. Его работа задается таблицей

ВХОД	S_1	S_2	.....	Sr
СОСТОЯНИЕ	P_1	P_2	.....	Pr

---,

ВЫХОД	Yr_1	Yr_2	.....	Yrr
СОСТОЯНИЕ	Pr_1	Pr_2	.....	Prr

где rr - число столбцов таблицы.

Мы видим, что реакции конечного автомата ОДНОЗНАЧНЫ. На каждое входное воздействие S автомат может дать только один ответ Y. Такие автоматы называются ДЕТЕРМИНИРОВАННЫМИ. Ими описывают, например, игры с полной информацией [23].

Для нейронных сетей, которые можно применить для моделирования игр с неполной информацией, математики используют автоматные отображения или описания, когда выходные слова или принимаемые решения носят вероятностный характер. Работа такого ВЕРОЯТНОСТНОГО АВТОМАТА С ПАМЯТЬЮ определяется двумя матрицами A и B.

Первая матрица A определяет вероятности появления тех или иных выходных слов при подаче на вход входного слова при наличии определенного внутреннего состояния.

Вторая матрица B для тех же исходных условий определяет вероятности перехода автомата в новое внутреннее состояние. Такая матрица для НК "ЭМБРИОН" показана на Рис.5.1.

Здесь совмещены или совпадают буквы слова внутреннего состояния Pj и выходного слова Yj.

При этом, конечно, все вероятности Wij - суть положительные числа меньшие или равные единице, т.е.

$$0 <= Wij <=1 \qquad (5.23)$$

Кроме того, выполняются условие: сумма вероятностей в строке равна единице

$$\sum_{1}^{n} Wij=1 \qquad (5.24)$$

Входное слово	Внутреннее состояние	Выходное слово				
		Y_1^{t+1} P_1^{t+1}	…	Y_j^{t+1} P_j^{t+1}	…	Y_m^{t+1} P_m^{t+1}
S_1^t	P_1^t	W_{11}	…	W_{1j}	…	W_{1m}
⋮		⋮				⋮
S_1^t	P_i^t	W_{i1}		W_{ij}		W_{im}
⋮		⋮				⋮
S_1^t	$P_{m=2^n}^t$	W_{m1}	…	W_{mj}	…	W_{mm}

Рис.5.1. Стохастическа матрица нейрокомпьютера "ЭМБРИОН"

Автоматы такого типа называются КОНЕЧНЫМИ АВТОМА-1АМИ МАРКОВА или просто марковскими автоматами Сети, описываемые на таком языке, называются ЦЕПЯМИ МАРКОВА. Автоматы, рассмотренные выше, не меняют таблиц работы и чисел шТстРУ^туРои3^тм- ИХ Называют авт___ с П0СТ0ЯН-

Итак, мaEКОВСКНе_jiem, **оказываются пригодными для описания ассоциативных нейронных сетей в ИК "ЭМБРИОН"** гюзв!1ИЖеиПРИВОДЯТСЯ НеКоТоРые важ"ь.е соотношения, которые позволяг Вам рассчитывать виды сетей и состояния возбуждения

отдельных нейронов или распределения активности в слое по глубине, а также веса связей между нейронами.

НК "ЭМБРИОН" моделирует УПРАВЛЯЕМЫЕ со стороны БВГ случайные процессы и УПРАВЛЯЕМЫЕ вероятностные связи.

Рассмотрим вариант НК с одной строкой сенсорной матрицы (СМ).

Если в момент старта t=0 обозначить r-мерный начальный вектор через $Pr^0 = <P_1{}^0, P_2{}^0, ..., Pr^0>$, где $r=2^n$, то при увеличении U от U=l до U=U1 вектор *vo* описывает движение в пространстве вероятностей, т.е. P(U).

Задание марковской цепи - это задание пары:

- вектора начальных вероятностей,
- матрицы переходов.

Вероятность состояния после первого шага (U=l) определяется как произведение Pr^ - вектора начальных вероятностей на матрицу перехода, а именно

$$Pr^1 = Pr^0 * |Wij|, \qquad (5.25)$$

где Pi"! уже является начальным вектором для второго шага (U=2).

Для любого U-го шага, где 0<=U=>Ul

$$Pr^U = Pr^{(U-1)} * |Wij| \qquad (5.26)$$

Это уравнение носит имя его авторов КОЛМОГОРОВА - ЧЕПМЕНА [25].

Можно получить матрицу перехода через U шагов другим путем, а именно, путем возведения в U-ю степень матрицы |Wij| на нулевом шаге, т.е.

$$|Wij|^U. \qquad (5.27)$$

Тогда распределение вероятностей состояний автомата на U-м шаге определится с помощью РЕКУРЕНТНОГО УРАВНЕНИЯ КОЛМОГОРОВА-ЧЕПМЕНА [25], [26]:

$$Pr^U = Pr^0 * |Wij|^U \qquad (5.28)$$

Теперь Вы можете сами просчитать и проверить все значения вероятностей для нейронных сетей, приведенных на Рис.4.3.1-4.3.3 и теоретически построить сети для сенсорных образов задания занятия 3.

Если взять более строгое определение вероятностного автомата (ВА) из литературы [27], то ВА - это объект, описываемый следующим выражением:

$$A=<S,Y,P,W(P',Y/P,S)>, \qquad (5.29)$$

где S-множество входных слов,

Y-множество выходных слов,

P-множество состояний,

W(P',Y/P,S)-СНСТеМа чисел есть условная вероятность перехода ВА из состояния P при входном сигнале S в состояние P' при выходном сигнале Y.

Матрицы вида B=|Wij| называют СТОХАСТИЧЕСКИМИ.

Для нейронных сетей вводятся элементы типа: НЕЙРОН, СИНАПС-управляемая связь между клетками-нейронами и СУММАТОР, суммирующий сигналы приходящие к одному нейрону.

Нейронную сеть ОБУЧАЮТ перестраивая веса связей-синапсов[28].

В НК "ЭБРИОН" это осуществляется с помощью БВГ в котором реализуется АЛГОРИТМ ОБУЧЕНИЯ.

5.5. Стохастическая матрица НК "ЭМБРИОН"

На Рис.5.2 показана полная стохастическая матрица вероятностного марковского автомата "ЭМБРИОН" для случая n=3, когда у него только одна строка сенсорной матрицы, на которой входное слово S1 есть код 001, а исходное внутреннее состояние регистра внутренней памяти P=010.

$Y_1^{t+1}=P_1^{t+1}$		Y_1^{t+1}	Y_2^{t+1}	Y_3^{t+1}	Y_4^{t+1}
S_1^t	P_1^t	000	001	010	011
001	000	2/3	1/3	0	0
001	001	0	1	0	0
001	010	1/3	0	1/3	1/3
001	011	0	1/3	0	2/3

Рис. 5.2. Стохастическая матрица НК "ЭМБРИОН" при S_1^t = 001, P_1^t = 010, 1 – поглощающее состояние

На Рис.5.3 показан граф переходов 3-х разрядного ВА. Дроби над стрелками - это вероятности переходов, **J** - **невязка** или число несовпадающих разрядов, а 2пп - восемь слов-состояний, в которые можно перейти из 2-го входного слова(001). Первое слово-(ООО).

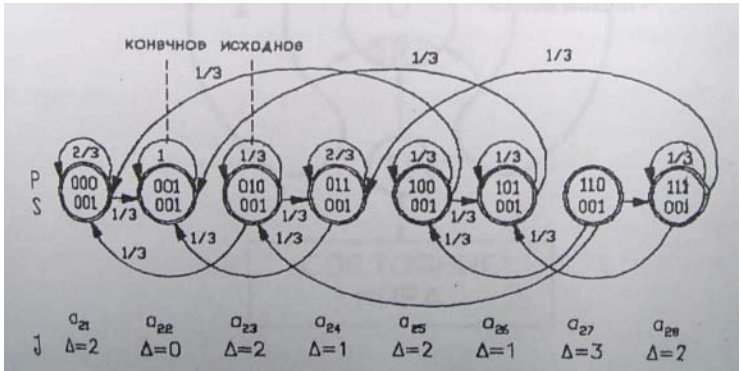


Рис. 5.3. Граф переходов трехразрядного НК

Как видно из рисунка, а23 - исходное состояние, *а22* - конечное или ПОГЛОЩАЮЩЕЕ состояние (атграктор). К нему стягиваются все траектории распространения возбуждения (J—>0) и ним обусловлено прорастание связей между нейронами. При J=0, т.е. активные переходы ВА прекращаются, внешняя и внутренняя среда уравновешиваются (S=P=(001). Из этого состояния система сама выйти не может. Это "смерть" нашей "живой " системы.

5.6. Задания

1. *Определите предельные значения параметров : V, Tg, M для случаев n=3 ип=10. m=3 и 10. U =10 и 100. NS=100 и NS = 10000.*
2. *Определите ЧИСЛО СВЯЗЕЙ в нейронных сетях в двух случаях предыдущего упражнения (n -3 и n = 10).*
3. *Рассчитайте, за какое время, т.е. на каком шаге автомат пе рейдет в аттрактор-состояние а22 с вероятностью 0.95.*
4. *К какому виду марковских цепей относится вероятностный ав томат "ЭМБРИОН" на уровне слов и на уровне групп [25]:*
   - *простой или расширенной,*
   - *разложимой или неразложимой,*
   - *эргодической,*
   - *регулярной,*
   - *циклической,*
   - *поглощающей?*

6. РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ

6.1. Практическая интерпретация Т-машины Ст.БИРА как общей модели искусственного мозга

6.1.1. Определения

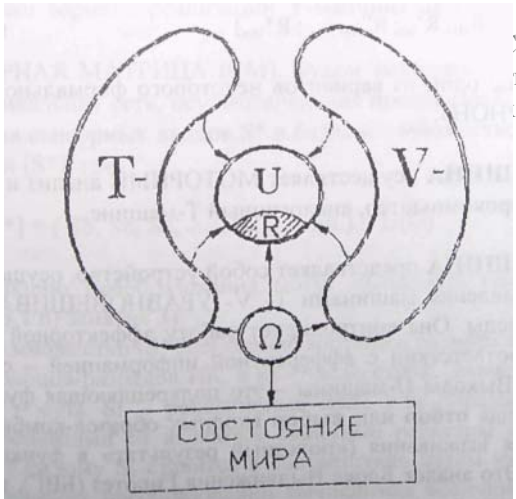


Рис. 6.1. Блок-схема искусственного мозга

Ст.БИРА [29], как неко-
ический автомат, пред-
T-, V-, U-, и R-машин

Функции и принцип работы каждой из машин описываются системой обобщенных уравнений. Мы сохраним обозначения и формализмы из работы [29, стр. 81] для описания Т(V-машины) Ст.БИРА как устройства искусственного мозга для осуществления сенсорного (моторного) анализа и синтеза.

Т-МАШИНА представляет собой устройство, осуществляющее СЕНСОРНЫЙ анализ и синтез внешних сигналов путем многократных статистических преобразываний мер сенсорных конфигураций Механизм (или алгоритм) ее работы описывается следующей последовательностью преобразований-отображений:

$$
\begin{array}{lll}
[S^*] = (Sb; Sc; Sd; \ldots ; Sn) & \sim & to \\
\sim \quad X^* = (x^\wedge; x^{\wedge\prime}; x^{\wedge\prime\prime}; \ldots ; x^{\wedge *}) & \sim \rightarrow & to \\
\sim \rightarrow MTm: \ (x^\wedge_{am}; x^{\wedge\prime}_{bm}; x^{\wedge\prime\prime}_{im}; \ldots ; x^{\wedge *}_{lm}) & & | \\
\sim \rightarrow HTR_H: (R_{H1}; R'_{H2}; R''_{H3}; \ldots ; R^*_{Hm}) & & to+bt
\end{array}
\qquad (6.1)
$$

Это еще один из вариантов некоторого формального описания НК «ЭМБРИОН».

V-МАШИНА осуществляет МОТОРНЫЙ анализ и синтез. Это второй нейрокомпьютер, аналогичный Т-машине.

U-МАШИНА представляет собой устройство, осуществляющее путем управления машинами Т- V- УРАВНОВЕШИВАНИЕ низма и среды. Она контролирует работу эффекторной (моторной) части в соответствии с афферентной информацией - сенсорными образами. Выходы U-машины - это подкрепляющая функция, осуществляющая отбор или выбор входных образов-комбинаций, полетных для выживания («полезный результат» в функциональной системе). Это аналог Блока Выдвижения Гипотез (БВГ), на вход которого задаются **векторы невязок Jj, Jy** из **Т** и **V-машин.**

R-МАШИНА - это некоторая стимулирующая часть искусственного мозга, некий АКТИВАТОР, приводящий в движение всю систему выше перечисленных машин и осуществляющий замыкание цепей уравновешивания. Это некоторое подобие РЕТИКУЛЯРНОЙ ФОРМАЦИИ живого мозга (Рис.3.1).

В нашем случае - это часть БВГ вместе с генераторами шума и импульсов NS.

Теоретико-множественная модель искусственного мозга [29] может рассматриваться как формальное выражение и подтверждение известной гипотезы А.Б.КОГАНА [22] о вероятностно-статистическом принципе организации и функционирования высших отделов живого мозга.

6.1.2. Вариант реализации Т-машины с помощью ЯК «ЭМБРИОН»

Рассмотрим вариант реализации Т-машины на базе НК «ЭМБРИОН».

СЕНСОРНАЯ МАТРИЦА (СМ). Будем исходить из того, что имеется кортикальная сеть, осуществляющая преобразование сигналов множества сенсорных входов S* в базисное множество выходов конфигураций [S*], где

$$[S^*] = (Sb, Sc, Sd, \dots , Si, \dots , Sn) = U(G) \qquad (6.2)$$

Эту функцию преобразования могут выполнять блоки ПОИ (смотри Рис.3.1 b) занятия 3).

Назовем множество [S*] сенсорной матрицей размера m x n, где n - число столбцов-разрядов НК, а m- число строк. Элементы множества [S*] - суть Si - рецептивные поля или образы-столбцы (Рис.3.2). Элементами Si являются двоичные регистры в каждой строке СМ. Каждому Si ставится в соответствие путем многократ-ных статистических преобразований вычислимая величина xj. Это количественная вероятностная мера, лежащая в интервале [0, 1]. На Рис. 6.2. показана общая схема образования образов на поле аффе-рентных входов и в кортикальной сети,

где:

X = < x > - набор определенных значений x (SJ) в интервале [O, 1],

G (X) - множество входов с заданной на каждом SJ величиной ощущения x (SJ),

SJ - элемент конфигурации или сенсорный вход,

G - множество сенсорных входов si ∈ G,

S* - сенсорный образ или сенсорная конфигурация S e G, под. множество множества G,

U (G) - множество образов,

[S*] - множество образов или подмножество множества всех подмножеств U (G) множества G,

UU (G) — множество выходов кортикальной сети или множество всех состояний сети. Иначе, это множество можно еще назвать множеством всех подмножеств U (G) множества G, само подмножество множества U (G).

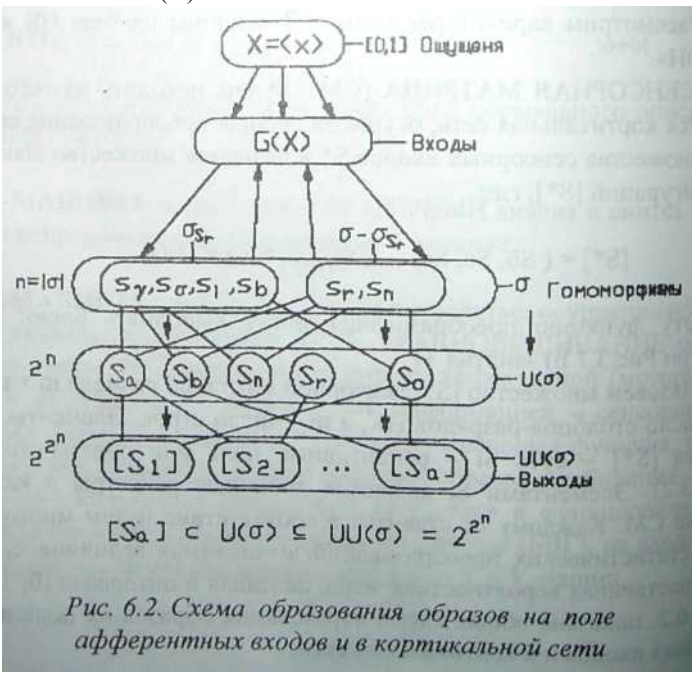


Рис. 6.2. Схема образования образов на поле афферентных входов и в кортикальной сети

МНОГОКРАТНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ _ ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛЯ-РЕШЕТКИ. Элементы каждой j-й строки СМ сканируются случайными импульсами Uj из БВГ от генератора активности. В каждый момент дискретного автоматного времени Uk образуют с элементами Pi инутреннсй памяти множество **виртуальных динамических ячеек** кубической структуры Т-машины или «кубиков». Имеется четыре типа таких «кубиков»-ячеек. Свойства этих ячеек изображены в виде четырех графов на Рис. 6.3, где a 1,2 ~ двоичные состояния элементов-разрядов любой строки СМ, b1,*2* - двоичные состояния элементов регистра внутренней памяти P, a G 1,2,3,4 ~ четыре оператора, изменяющие (или НЕ изменяющие) состояния элементов регистра P или тип «кубиков»-ячеек.

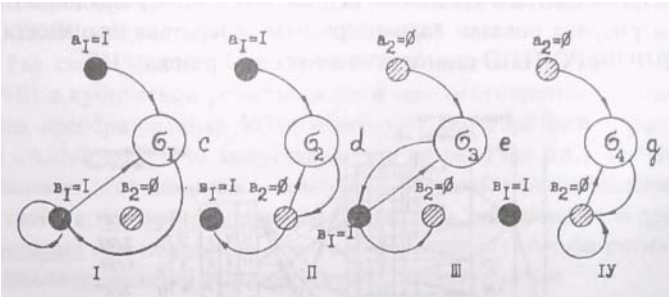


Рис. 6.3. Элементы нейронной сети

Число ячеек I типа в момент t обозначим c(t), **II** типа - d(t), **III** типа - e(t), a IV типа - g(t). Ячейки I и IV типа образуют группу НЕВОЗБУЖДЕННЫХ ячеек или «ПАССИВНОЕ ПОЛЕ» решетки

$$n_0(t) = c(t) + g(t)$$

Ячейки И и **III** образуют группу ВОЗБУЖДЕННЫХ ячеек или «АКТИВНОЕ ПОЛЕ» системы

$$J(t) = d(t) + e(t).$$

J (t) - это НЕВЯЗКА или МЕРА НЕУРАВНОВЕШЕННОСТИ системы с внешней средой (или с внутренней средой), ее МОТИВАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, о которой мы с Вами уже говорили на занятии 2, когда рассматривали n - атом.

Вероятность применения одного из четырех операторов G 1,2,3,4 зависит от числа ячеек типа 1, II, III, IV или от вероятности того или иного состояния внешней и внутренней среды, а также от гипотезы восприятия {U} - алгоритма обработки информации на СМ и текущего собственного времени Uk. О мотивации мы еще бу. дем с Вами говорить позже, через одно занятие.

На Рис.6.4. изображено дерево логических возможностей выбора вариантов многократных Т-преобразований или выбора КОДА нейрона в сети, направления и весов его синаптических связей (третья строка системы уравнений (1)) для случая 3-х разрядного НК. На этом рисунке показан вариант работы генератора активности БВГ РАВНОВЕРОЯТНО сканирующего все n=3 разряды НК.

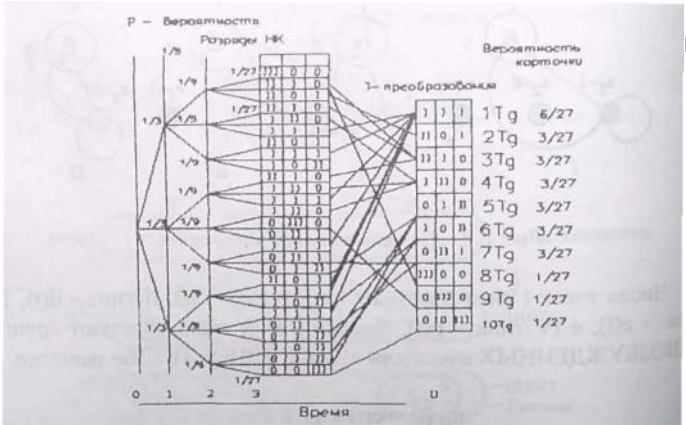


Рис. 6.4. Дерево логических возможностей выбора вариантов Т-преобразований

6.1.3. Альфа-ритм искусственного мозга.

Каждое применение одного из операторов G 1,2,3,4 оставляет в регистре Р «СЛЕД» (проявление памяти), т.е. изменяет вероятность нового предстоящего взаимодействия информации на СМ с информацией во внутренней памяти Р. Здесь физически НАСТОЯЩЕЕ ПРЕДОПРЕДЕЛЯЕТ, вероятностно ПРЕДСКАЗЫВАЕТ БУДУЩЕЕ (воздействует на будущее)! Об этом подробнее смотри мою книгу «Вселенная ХСЖИНГА и нейрокомпьютер" [14].

Возникновение и многократное взаимодействие этих «следов» при движении системы к равновесию (J->0) создает РИТМИРУЮЩУЮ СТРУКТУРУ, организованную в пространстве и во времени, т.е. создает дискретно-волновое ВИРТУАЛЬНОЕ ВЕРОЯТНОСТНОЕ ПОЛЕ или квазинейроиную СЕТЬ [30].

Ряд сканирующих импульсов Uk создает множество ТРАЕКТОРИЙ в кубической решетке поля и при многократных статистических преобразованиях МТт порождает своеобразный, характерный «АЛЬФА-РИТМ» искусственного мозга (Рис. 6.5.). Он очень напоминает этот же ритм у живого мозга с теми же проявлениями его свойств: синхронизация при отсутствии информации и десинхронизации при появлении нового раздражителя. «Альфа-ритм» через динамику невязки выражается следующим образом

$$J(t) = A(t) - B(t) = \sum_{1}^{n} a_{1j}(t) - \sum_{1}^{n} b_{1j}(t) \qquad (6.3)$$

где буквы a и b в n-слове равны: a1 =1 b1 = 1.

Определим "ПАМЯТЬ" как способность мультистабильной многомерной системы сохранять СЛЕД внешнего воздействия в течение некоторого интервала собственного времени. В этот интервал входит время, в течении которого заносится информация-образ на СМ.

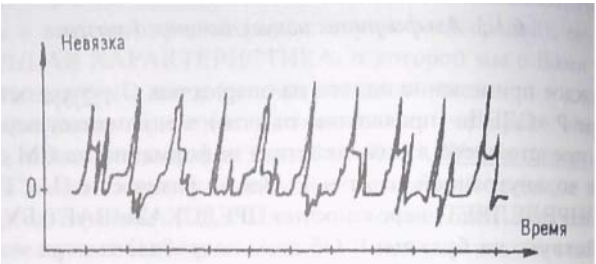


Рис. 6.5. Осциллограмма альфа-ритма работы НК

6.1.4. Иерархия памяти

В НК "ЭМБРИОН" имеется несколько видов памяти:

- хранение буквы a1 или b1 в регистре Р и на СМ;
- кратковременная память 1-го уровня для удержания множества Sj образа-строки на СМ;
- кратковременная память И-го уровня для удержания базисного множества [S*J в течении времени многократного MTm преобразования;
- кратковременная память Ш-го уровня для хранения следа предыдущей конфигурации образа-строки;
- долговременная память 1-го уровня для хранения целого образа на СМ;
- долговременная память Н-го уровня для хранения последовательности следов сенсорных образов на СМ.

На Рис. 6.6. показан общий вид семейства кривых долговременной памяти при равномерном «осмотре» поля СМ со стороны БВГ.

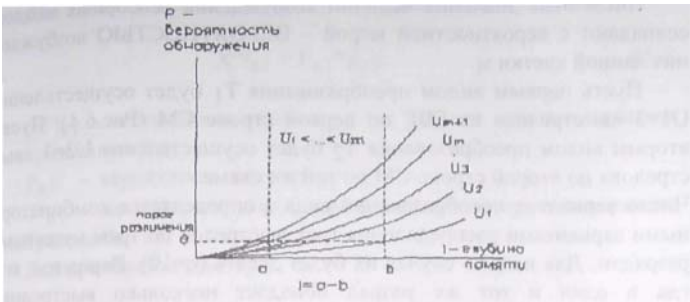


Рис. 6.6. Семейство характеристик долговременной памяти НК

6.1.5. Пример расчета варианта кубической решетки Т-машины

Рассмотрим пример формирования кубической решетки (Рис.6.7) для случая, когда СМ содержит две строки (т=2) и на ее поле представлен образ [S*], показанный на Рис. 6.8.

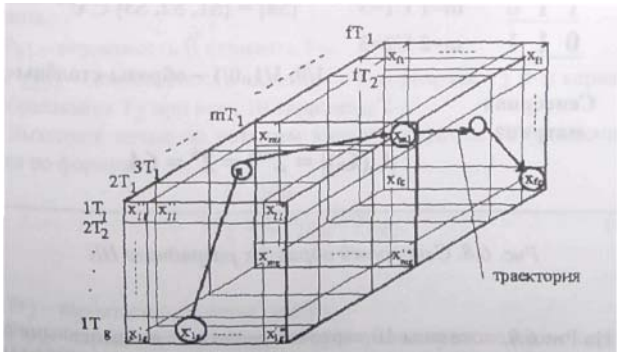


Рис. 6.7. Кубическая решетка мер конфигураций Т-машины

Численные значения величин возбуждения сенсорных входов совпадают с вероятностной мерой - ВЕРОЯТНОСТЬЮ возбуждения данной клетки SJ.

Пусть первым видом преобразования T1будет осуществление U 1=3 «выстрелов» из БВГ по первой строке СМ (Рис.6.4). Пусть вторым видом преобразования T_2 будет осуществление U2=3 «выстрелов» по второй строке СМ по той же схеме. Число вариантов преобразований вида q определяется комбинатор, ными вариантами распределения трех выстрелов по трем мишеням-разрядам. Для нашего случая их будет десять (q=10). Варианты, когда в один и тот же разряд попадает несколько выстрелов-импульсов, неразличимы в силу свойств G-операторов переходов (Рис.6.3).

КУБИЧЕСКАЯ РЕШЕТКА типа Рис.6.7 содержит 60 ячеек-кубиков, т.е. имеет размер nxraxq или 3 x 2 x 10 = 60. Содержимое каждой ячейки определяется числом частных ТРАЕКТОРИЙ.

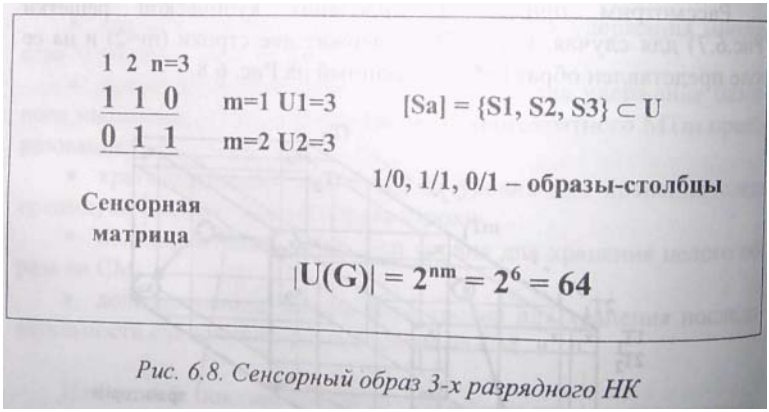


Рис. 6.8. Сенсорный образ 3-х разрядного НК

На Рис.6.9. показаны 10 карточек решетки с вычисленными для
каждого разряда НК и каждого преобразования T1 и T2 МЕРАМИ
КОНФИГУРАЦИЙ.

Для T_1 вычисления ведутся по следующей формуле

$$X^{\wedge i}_{a1} = P_{a1} * p_{a1}, \qquad (6.4)$$

где $X^{\wedge i}_{a1}$ – вероятность единицы в i-м разряде при $\bar{\alpha}$-м варианте преобразования T_1,

P_{a1} - вероятность карточки,

P^i_{a1} - достоверность единицы в i-м разряде при α-м варианте преобразования T_1.

Для преобразования T_2:

$$X^{\wedge i}_{a2} = \sum_{b=1}^{10} P_{a2} * P_{b1} * p^i_{a2b1}, \qquad (6.5)$$

где $X^{\wedge i}_{a2}$ – вероятность единицы в i-м разряде при $\bar{\alpha}$-м варианте преобразования T_2,

P_{a2} – вероятность $\bar{\alpha}$ варианта преобразования T_2. Она во всех 10 случаях T_2 определяется наличием «1» в i-м разряде $\bar{\alpha}$-го варианта.

P_{b1} – вероятность $\bar{\beta}$ варианта T_1,

P^i_{a2b1} – достоверность единицы в i- м разряде T_2 $\bar{\beta}$-м варианте преобразования T_2 при всех 10 вариантах T_1.

Выходной поток по четырем каналам-группам (Yг) подсчитывается по формуле

$$Pг_2 = \sum_{k=1}^{100} Pтр_к * Pг_{к2}, \qquad (6.6)$$

где $Pг_2$ – вероятность группы при T_2,

$Pтр_к$ – вероятность к-ой траектории равна произведению вероятностей вариантов данной траектории,

$Pг_{к2}$ – достоверность группы к-ой траектории при T_2.

		1					2				3	
T1	6/27	6/27	0		T1	3/27	0	0		T1	3/27	3/27	0
T2	0	6/27	6/27		T2	0	19/243	3/27		T2	0	3/27	0
		4					5				6	
T1	3/27	3/27	0		T1	0	3/27	0		T1	3/27	0	0
T2	0	3/27	0		T2	19/243	3/27	3/27		T2	0	19/243	3/27
		7					8				9	
T1	0	3/27	0		T1	1/27	0	0		T1	0	1/27	0
T2	19/243	3/27	3/27		T2	0	19/729	0		T2	19/729	1/27	0
							10						
					T1	0	0	0					
					T2	19/729	19/729	1/27					

Рис. 6.9. Десять карточек-матриц кубической решетки 3-х разрядного НК "ЭМБРИОН"

Итак, найдем в качестве примера значение X'52-

$$X'_{52} = \sum_{b=1}^{10} P_5 * P_b * p'_{52} = P_5*P_1*p'_{52} + P_5*P_2*p'_{52} + P_5*P_3*p'_{52} + \dots$$

$$\dots + P_5*P_{10}*p'_{52} =$$

$$= 18/729*1 + 9/729*1 + 9/729*1 + 9/729*1 + 9/729*0 + 9/729*1 + 9/729*0 + 3/729*1 + 3/729*0 + 3/729*0 = \mathbf{19/243}.$$

Найдем вероятности групп P(Yr) или частоты импульсации всех четырех мотонейронов "O", "1", "2". "3":

P("0") = 3/729*1 + 3/729*1 + 1/729*1 + 1/729*1 = **8/729**.

P("1") = 18/729*1 +18/729*1 +6/729*1 +9/729*1 +9/729*1 +9/729*1 +
+9/729*1 +9/729*1 +2*9/729*1 +3/729*1 +2*9/729*1 +3/729*1 +
+2*9/729*1 +2*3/729*1 +6*9/729*1 +8*3/729*1 +2*1/729*1 +
+4*3/729*1 +2*1/729*1 = **238/729**.

P("2") = 36/729*1 +8*18/729*1 +12*9/729*1 +4*6/729*1 +
+14*3/729*1+3*1/729*1 = **357/729**.

P("3") = 18*2/729*1 +8*9/729*1 +6/729*1 +4*3/729*1 = **126/729**.

Убедимся, то выполняется закон сохранения энергии поля:

$$\mathbf{P} = \sum_{1}^{4} \mathrm{P}r = 8/729 + 238/729 + 357/729 + 126/729 = \mathbf{1}.$$

А теперь сравните эти результаты с вероятностями (числами или значениями частот импульсации нейронов) на Рис. 4.3.3.

Таким образом, мы с вами имеем два метода расчета различных видов нейронных сетей или формального описания работы нейрокомпьютера «ЭМБРИОН».

6.2 Особенности описания НК «ЭМБРИОН» на уровне групп. Сеть мотонейронов

Если обратиться к анализу величины силы или веса синаптической связи между **мотонейронами** (смотри Рис.4.4 а), то станет очевидным, что работу стохастического автомага «ЭМБРИОН» на Уровне групп можно описать стохастической матрицей переходов **B** из одного в другое состояние. Однако, та матрица уже *ж* будет содержать в своих клетках постоянных чисел-вероятностей переходов. Эти вероятности ЗАВИСЯТ от собственного, внутреннего ВРЕМЕ-НИ U. а если U меняется от БВГ в течение внешнего времени t, то тем более, они, вероятности переходов, не будут постоянными.

Такой вероятностный автомат - это уже АВТОМАТ С ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРОЙ или с элементами внутренней САМООРГАНИЗАЦИИ (Рис. 4.4б,в). Изменение вероятностей переходов в его матрице B = |Wij| можно описать следующим уравнением

$$W_{ij}(U+1) = W_{ij}(U) +/- \Delta W_{ij}, \qquad (6.7)$$

где Л - некоторый параметр интенсивности процесса самоогрганизации или внутренней перестройки конфигурации нейронной сети и весов связей между нейронами. Его можно еще считать ПАРАМЕТРОМ СКОРОСТИ ОБУЧЕНИЯ или АДАПТАЦИИ сети, когда знак (+) означает привыкание, знак (-) - забывание;

U - такт времени или число проб при обучении. Наш с Вами автомат с переменной структурой на уровне групп можно свести к нескольким взаимодействующим марковским автоматам с постоянной структурой на уровне слов. Число таких простых автоматов определяется свойствами невязки J.

Приведем несколько соотношений для расчетов автомата с переменной структурой на уровне групп. Вспомним, что в НК группа представляет собою объединение слов, содержащих одинаковое число единиц или число различных букв в которых равно.

В п - разрядном НК число групп равно п + 1. Вся информация на входе НК, и информация на выходе и внутреннее состояние задаются на уровне групп. Задание группы требует задания закона распределения вероятностей слов. Количество слов в группе равно

$$C_n^w = \frac{n!}{w!\,(n-w)!}, \qquad (6.8)$$

где w - количество букв вида «1»,

(п - w) - количество букв вида «О».

Как развивается ветвящийся вероятностный процесс в поле, если задана конкретная группа С и конкретная группа внутренне состояния F? Каждому элементу множества CxF (здесь знак x

изведение множеств) соответствует СВОЕ ВЕРОЯТНОСТНОЕ ПОЛЕ Каждое поле описывается своей матрицей |W ij|.

Назовем СЕЧЕНИЕМ ПОЛЯ вероятностей в момент Uk все утренние состояния со своими вероятностями, в которых может оказаться автомат в данный момент.

Если элементу $(x_r, z_l) \in CxF$ соответствует матрица А, то сечение поля $p^л$ для этого элемента в момент Uk можно представить вектором

$$P^\wedge = A^U * \ldots \qquad (6.9)$$

где Au - U-я степень матрицы А.

Сечение поля может быть определено как на уровне слов, так и на уровне групп. Для получения вида поля на уровне групп необходимо в сечении на уровне слов ОБЪЕДИНИТЬ слова с одинаковыми числами различных букв (перестановки).

Сечение поля вероятностей для всей совокупности элементов множества CxF на уровне групп будет СУПЕРПОЗИЦИЕЙ СЕЧЕНИИ на уровне групп от каждого элемента с учетом вероятности выбора элемента из множества CxF.

Если элемент $(x_r, z_l) \in CxF$ имеет вероятностьь в $p_{rl} = p_r * p_l$ ему соответствует матрица $|A_{rl}|$, то, перебрав все x_n, z_m элементы со своими матрицами $|A_{nm}|$, получим сечение поля на уровне групп в начальный момент времени U=0:

$$P^\wedge_o = \mathbf{D} * \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} \mathbf{A}_{ij} * p_{ij} * z_j \qquad (6.10)$$

Тогда сечение поля в момент времени U будет равно:

$$P^\wedge_U = \mathbf{D} * \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} \mathbf{A}^U_{ij} * p_{ij} * z_j \,, \qquad (6.11)$$

где D- матричный оператор объединения марковских процессов,

Pij - вероятность zj-го слова.

Полученный по такому алгоритму вероятностный процесс не является простым марковским процессом. Все матрицы |Arl| имеют СВОИ АТРАКТОРЫ - поглощающие состояния. их неколько. Ветвящийся процесс на уровне групп СХОДИТСЯ П0 ВЕ- РОЯТНОСТИ к пределу

$$P^{\wedge}_{\infty} = \mathbf{D} * \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} p_{ij} * z_j , \qquad (6.12)$$

где

$$p_{ij} * z_j = p_{ij} * x_j$$

и

$$\sum p_{ij} = 1.$$

Графические примеры рассмотренных ветвящихся процессов или виртуальных вероятностных полей на уровне групп были представлены на Рис. 4.4 а) и 4.5 для случая 10-ти разрядного нейрокомпьютера «ЭМБРИОН» при Хн = 3, Хк = 7 и NS = 2100.

6.3 Задания

1. *Разработайте машинный алгоритм расчета мер конфигураций ячеек кубической решетки Т-машины и алгоритм построения объ емного изображения дискретно-волнового поля с движущейся траекторией в решетке.*
2. *Выведите на экран монитора Вашего компьютера "альфа-ритм" работы мозга нейрокомпьютера. От чего зависит ритм и как он изменяется при изменении невязки и образа на СМ?*
3. *Определите количественную характеристику глубины памяти НК в зависимости от числа строк СМ и от гипотезы восприятия. Как глубина памяти зависит от связности образа на СМ?*
4. *Сколько матриц вида Aij будет у 10-ти разрядного НК, когпорый имеет «3»-ю группу в регистре Р и «7»-ю группу на первой строке СМ? Чему равно число матриц А у n-разрядного НК?*
5. *Определите явный вид оператора D.*
6. *Для начинающих рекомендую познакомиться с "Бытовым нейро-**компьютером "ЭМБРИОН"** в **[31].***

7. БИОЛОГИЯ И НЕЙРОФИЗИОЛОГИЯ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРА

Это и последующее занятия представляют попытку автора наметить пути дальнейшего развития модели НК "ЭМБРИОН", используя данные биологии и нейрофизиологии.

7.1. Принцип устойчивого неравновесия Э.БАУЭРА

Давайте начнем с Вами с некоторого общего философского принципа, согласно которому предполагается, что ЖИВАЛ МЫСЛЯЩАЯ МАТЕРИЯ ВОЗМОЖНА ВО ВСЕЛЕННОЙ НЕ ТОЛЬКО И АБСОЮТНО НА ОСНОВЕ НУКЛЕИНОВО-БЕЛКОВЫХ ГИПЕРЦИКЛОВ М.ЭЙГЕНА[12]. Таким качеством могут обладать СЛОЖНЫЕ "ЖИВЫЕ" ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ (ЖИС). Их, например, называют "органические системы".

Обратимся теперь к основным положениям "теории живой материи" Э.БАУЭРА [32].

Для всех живых систем характерны ТРИ основных СВОЙСТВА их структуры, функционирования и поведения:

* "Всем живым существам свойственно прежде всего САМО ПРОИЗВОЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ СВОЕГО СОСТОЯНИЯ, т.е. изменение состояния, КОТОРОЕ НЕ ВЫЗВАНО ВНЕШНИМИ ПРИЧИНАМИ, лежащими вне живого существа"([32],стр.22).

* Если система живая, то в ней с неизбежностью должна происходить РАБОТА, изменяющая первоначальные состояния системы, а значит, и эффект действия на нее факторов окружающей среды.

* "РАБОТА живых систем при всякой окружающей среде направлена ПРОТИВ РАВНОВЕСИЯ, которое ДОЛЖНО было бы НАСТУПИТЬ при данной окружающей среде, при данном первоначальном состоянии системы" (там же, стр.36).

доставленная сама себе, т.е. при неизменных внешних условиях, при неизменном образе на СМ, при постоянной гипотезе восприятия{U} и U»l, при J>0 и NS»1 НЕРАВНОВЕСНА и САМОРАЗРЯЖАЕТСЯ: J—>0 и NS—>0 (S- и С-циклы, Занятие 3).

Это ПРИНЦИПИАЛЬНОЕ ОТЛИЧИЕ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРА "ЭМБРИОН" от существующих парадигм нейронных сетей [3].

Так как НК "ЭМБРИОН" - это система с переменной структурой (смотри занятие 5), то на интервале внутреннего времени 2<Uk<10n, где n-разрядность НК, в системе с неизбежностью происходит РАБОТА за счет изменения структуры самой системы и она изменяет свое первоначальное состояние (свойство 2).

Нам осталось с Вами реализовать третье и самое важное свойство живого: НАПРАВИТЬ ЭТУ РАБОТУ ПРИ ВСЯКОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ ПРОТИВ РАВНОВЕСИЯ.

Вспомните уравнение (6.3) для невязки из занятия 6 выражающее свойство альфа-ритма системы:

$$J = \sum_{i=1}^{n} a_{1i} - \sum_{i=1}^{n} b_{1i}, \qquad (7.2)$$

и уравнение для невязки из занятия 2 выражающее свойство п-атома:

$$J = n_+ - n_- = c + d. \qquad (7.3)$$

где J - НЕРАВНОВЕСНАЯ ЧАСТЬ СТРУКТУРЫ п.

Теперь нам с Вами предстоит с помощью правильно сконструированного блока БВГ и алгоритма его работы обеспечить с помощьго имеющихся в системе потенциалов J выполнение УСЛОВИЯ УСТОЙЧИВОГО НЕРАВНОВЕСИЯ, заданного уравнением (7.1). Необходимо обеспечить во **внешней среде** такое **поведение,** которое восстанавливало бы неравновесные структуры, т.е. обеспечивало бы получение ПОЛЕЗНОГО ПРИСПОСОБИТЕЛЬНОГО РЕЗУЛЬТАТА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НК (Занятие 1).

действием ЦИКЛОВ C,m, S (занятие 3) происходит материальный синтез "белковых" последовательных цепочек или кодов (слов, групп), а из них целых предложений - ТЕКСТОВ, по НАЛИМОВУ[34], {X,Y} во времени {U}, Т.е.{X*Y*U}. Цикл С по числу NS назовем с Вами ГИПЕРЦИКЛОМ и будем нашу модель "живого НК" приближать к модели М.ЭЙГЕНА [12].

Программу Листинг 3.1 необходимо модернизировать так, чтобы она синтезировала те последовательности аминокислот-белков, которые ВОССТАНАВЛИВАЮТ разрушенные СТРУКТУРЫ, совершившие работу.

7.4. Парабиоз Н. ВВЕДЕНСКОГО как всеобщий биологический закон ритмики живых систем

Мы уже ранее (занятия 3 и 6) отмечали, что РИТМИРУЮШАЯ ПРИРОДА живого МОЗГА (Рис. 6.5) - это проявление необходимого и фундаментального свойства любой живой материи. Ритмируют ферменты-белки с частотой несколько мегагерц, митохондрии, клетки, нервные и мышечные клетки, центры, органы (легкие, сердце), целый мозг (альфа-ритм). Все функции в живом организме имеют циклическую природу, которая с неизбежностью следует из принципа устойчивого неравновесия Э. БАУЭРА.

Н.Е.ВВЕДЕНСКИЙ [35], работая на нервно-мышечном препарате, установил общие законы ритмической деятельности живого и назвал их теорией ПАРАБИОЗА. Д.Н.НАСОНОВ [36] доказал справедливость этих законов на протоплазме клетки, а Г. СЕЛЬЕ 37] и П.СИМОНОВ [38] вывели эти же законы фазного развития процессов для общего адаптационного синдрома и эмоциональных Реакций соответственно. Известные русские физиологи И-П.ПАВЛОВ [39] и А.А.УХТОМСКИЙ [40] доказали справедливость законов парабиоза на уровне высшей нервной деятельности,

на уровне отдельных нервных центров и целого мозга. Кратко суть учения Н.Е.ВВЕДЕНСКОГО о парабиозе: - Все без исключения биологические структуры (синапсы, клетки, мышцы, органы) функционируют в ДИАПАЗОНЕ РИТМОВ от

Fmin до

Fmax; |

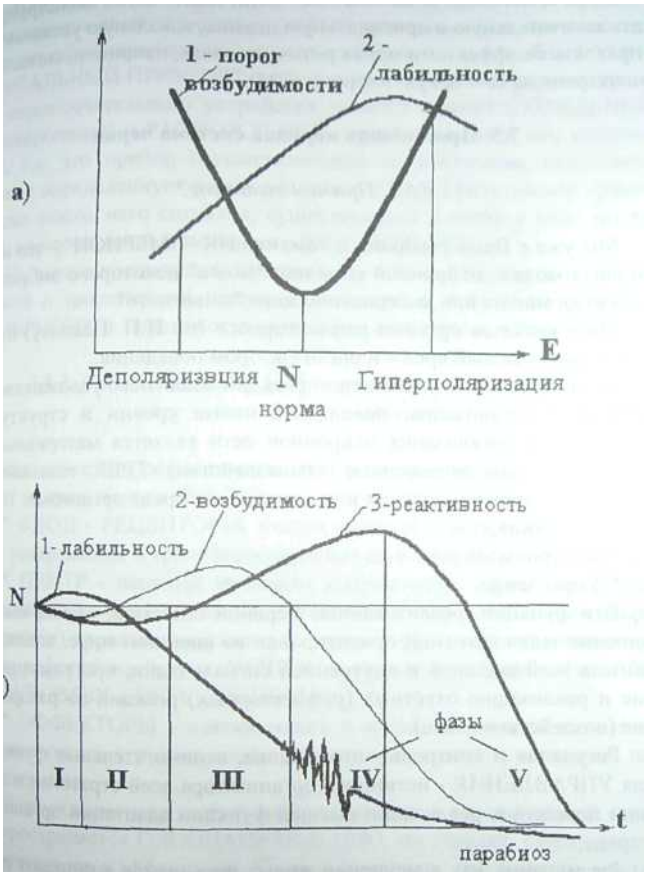


Рис.7.1. Основные функциональные показатели живой клетки

Кстати, Вы можете на базе ПК "ЭМБРИОН" легко сконструиро вать замечательную и оригинальную цветомузыкальную установку и управлять ее эффектами меняя ритмы, подавая, например, сигналы с микрофона на сенсорную матрицу (СМ).

7.5. **Простейшая нервная система червя**

7.5.1. При чем тут мозг?

Мы уже с Вами говорили о том, что НК "ЭМБРИОН" - это про. стейшая модель нейронной сети или "мозга" некоторого эмбриона, псевдооргаиизма или кибернетического "животного".

Мозг является органом рефлекторного (по И.П. Павлову) отражения окружающей среды и организатором поведения.

В эволюционном усложнении реакций животного усложнялась и нейронная организация, появлялись новые уровни и структуры. Структура и организация нейронной сети является материальным субстратом или выражением взаимодействия ТРЕХ главнейших ФУНКЦИЙ приспособления или адаптации к среде организма:

* Регуляция,
* Контроль,
* Управление.

Эти функции, реализованные нервной системой, обеспечивают решение задач активной ориентировки во внешнем мире, анализа и синтеза всей внешней и внутренней сигнализации, программирование и реализацию ответных (рефлекторных) реакций на раздражение (воздействие извне).

Регуляция и контроль - это низшие, вспомогательные функции для УПРАВЛЕНИЯ - истинного организатора всей стратегии и тактики поведения, реализации высшей функции адаптации организма к среде.

Рассмотрим, как в эволюции живых организмов возникают сети дифференцированных клеток - нейронов и общая схема организации нейронных переключений в координационном центре или централ[1]"" ной нервной системе (ЦНС).

0 основе построения всех нервных систем - от самых простейших низших многоклеточных (червей, насекомых) до самых сложных (высших позвоночных и человека) - лежит один общий УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПРИНЦИП: любой нейрон как элементарная единица переключательного устройства является точкой СХОЖДЕНИЯ (конвергенции) и РАСХОЖДЕНИЯ переключаемых в нем импульсов, т.е. это прибор осуществляющий на клеточном, нейронном уровне определенную форму анализа и отбора (фильтрации) проходящих сквозь него сигналов, существующих в мозге в виде круговой, циркуляционной активности (ПОЛЯКОВ [42]).

На шести предыдущих занятиях мы с Вами убедились в ритмической и циклической природе процессов в нейронной сети ПК "ЭМБРИОН" и видели осциллограмму альфа-ритма (Рис.6.5).

7.5.2. Простейшая дифференцированная сеть нейронов и ее эволюционное усложнение

Как известно, рефлекторная дуга или простейший рефлекс состоит из трех звеньев (Рис.7.2).

* ВХОД - РЕЦЕПТОРЫ, клетки органов чувств, воспринимаю щие раздражения и трансформирующие их в импульсы.

* ЦЕНТР - нервный механизм координации, осуществляющий разнообразные переключения, с усилением или ослаблением (тор можением) нервных импульсов на пути от рецепторов к конечному звену рефлекторной дуги. НЕЙРОН в рефлекторной дуге - это АП ПАРАТ СВЯЗИ и ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ.

* ЭФФЕКТОРЫ - клетки мышц и желез (двигатели, исполни тельные органы), реализующие рефлекторные ответы организма на Раздражения.

Возбуждения или импульсная активность в такой нервной сети Распространяется ОДНОНАПРАВЛЕННО, по стрелке, сверху вниз, от рецепторов к эффекторам Темные кружочки - это синапсы, места *контактов* клеток.

У животных с симметричной, с двухсторонней организацией тетела (черви),' координационный механизм (нейронная сеть) образует стержень или ось их ЦНС. У беспозвоночных он приурочен к туло-

вищному мозгу - нервным тяжам у червей, или к цепочке нервных узлов у кольчатых черней, пауков, насекомых.

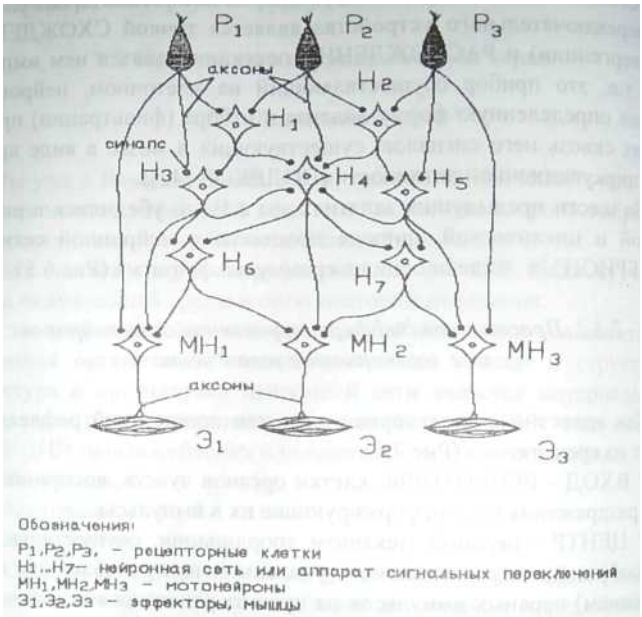


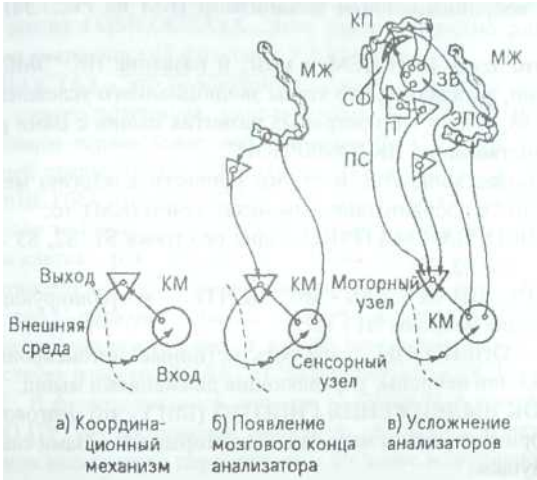
Рис.7.2. Нейронная сеть простейших многоклеточных (кишечнополостных, червей)

У позвоночных координационный механизм располагается в спинном мозгу и стволовой части головного мозга. Обратите внимание, что в этом механизме (на этой стадии эволюции) связи между рецепторами и эффекторами непосредственные, а число параллельных каналов определяет сложность поведения, регулируемого этой простейшей рефлекторной дугой.

С усложнением поведения животного в окружающей среде появляется в эволюции живого мозга новый вид управления и соответ-

твующие ему нервные структуры мозга - АНАЛИЗАТОРЫ (Рис.7.3).

По И.П.Павлову анализаторы - это сложная нейронная цепь переключений, начинающаяся в рецепторах и заканчивающаяся в координационном механизме в мозгу, это мозговой конец анализатора.



КМ — координационный механизм (центр)
МЖ — кора мозжечка
ЗБ — зрительный бугор
П — подкорка
СФ — старые формации
КП — кора больших полушарий
ПС — пирамидная система
ЭПС — экстрапирамидная система

Рис.7.3. Схема эволюционного развития координационного механизма анализаторов

7.5.3. При чем тут НК "ЭМБРИОН"?

Итак если Вы внимательно проанализировали, что же у Вас имеется в руках „осле прошедших занятий то наверное почувствовать вали аналогию со структурой и функцией НК ЭМБРИОН" и простейшим координационным механизмом (КМ на Рис7.3а) живого. мозга.

Так что здесь ПРИ ЧЕМ и мозг, и название НК 'ЭМБРИОН"! Вы, видимо, догадались, что этапы эволюционного усложнения мозга (Рис.7.36, 7.3в) - это программа развития наших с Вами работ по усовершенствованию НК "ЭМБРИОН".

Если более конкретно и строго провести аналогию между НК "ЭМБРИОН" и координационным механизмом (КМ), то:

а) СЕНСОРНАЯ МАТРИЦА, одна ее строка SI, S2, S3 - это ре цепторы Р1.Р2.РЗ;

б) НЕЙРОННАЯ СЕТЬ - это ЦЕНТР - координирующие, пе реключающие нейроны HI - Н7;

в) МОТОНЕЙРОНЫ - это есть истинные мотонейроны МН1, МН2, МНЗ или нейроны, управляющие движениями мышц.

г) БЛОК ВЫДВИЖЕНИЯ ГИПОТЕЗ (БВГ) - это мозговой конец анализаторных систем и механизмов, которые мы с Вами еще созда дим в будущем.

Об осевой симметрии и реципрокности в нейронной сети НК "ЭМБРИОН" мы говорили выше на занятии 3.

О нейрофизиологии мозга Вы можете узнать из любых имеющихся и доступных учебников и литературных источников [43, 44, 45].

7.6. Гомеостаз

Мы с Вами подошли к самому важному и интересному момент)' в конструировании нейрокомпьютера. Встает вопрос может ли машина сама себе задать ЦЕЛЬ? Может ли машина иметь ЖЕЛАНИЯ и ЭМОЦИИ? Что такое ПОЛЬЗА?

Я Вас попрошу возвратиться к занятию 1. Что такое ПОЛЕЗНЫЙ ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ в функциональной

системе? Как функциональные системы распределены по уровням иерархии Iа-IIIб нашей классификации и как взаимодействуют результаты различных уровней и различные результаты на одном уровне?

Первым ответом на эти очень сложные вопросы будет ПРИНЦИП УСТОЙЧИВОГО НЕРАВНОВЕСИЯ БАУЭРА, который работает НА ВСЕХ УРОВНЯХ живого. Этот принцип реализуется с помощью закона ГОМЕОСТАЗА. Этот закон установил для живого организма американский физиолог У.КЕННОН.

ГОМЕОСТАЗ - это совокупность сложных приспособительных реакций живого организма, направленных НА УСТРАНЕНИЕ или максимальное ограничение действующих ФАКТОРОВ внешней и внутренней среды, НАРУШАЮЩИХ относительное динамическое ПОСТОЯНСТВО ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ организма. Например, постоянство температуры тела, концентрации глюкозы или кальция в крови и клетках, pH, кровяного давления и т.д.

Восстановление нарушенной константы напоминает скатывание шара на дно U-образного сосуда. Это есть частный результат функционирования системы. Здесь в работе гомеостатических механизмов действует известный ЗАКОН ЭКВИФИНАЛЬНОСТИ У.Р. ЭШБИ [43] . В функциональной системе П.АНОХИНА имеется МНОЖЕСТВО ПУТЕЙ достижения полезного результата. И чем больше отклонение испытывает параметр, тем большее возвращающее усилие развивают структуры гомеостата.

У нашего НК "ЭМБРИОН" также имеется гомеостатическая реакция самого нижнего уровня (фундаментальная):

ЛЮБОЕ ОТКЛОНЕНИЕ НЕВЯЗКИ ОТ НУЛЯ НЕОТВРАТИМО ВЕДЕТ СИСТЕМУ К *ВОССТАНОВЛЕНИЮ НУЛЯ* (J—>0), т.е. система множественными путями - траекториями СТРЕМИТСЯ УДЕРЖАТЬ НУЛЬ (J=0).

На этом ее свойстве работает следующий иерархический уровень получения полезного результата - УДЕРЖАНИЕ НЕРАВНОЯСНОГО СОСТОЯНИЯ J=const, т.е. возникает МОТИВАЦИЯ (смотри занятие 8).

7.7. НК "ЭМБРИОН" как модель физиологического нейрона

Важность этой модели в том, что она является исходной базой,,а пути от нейрона через сети к общей теории адаптивного поведу, искусственного мозга в изменчивом, случайном окружающем мире. В этой модели Вы увидите механизм ПЛАСТИЧНОСТИ нейрон, его способности изменять свои характеристики (частотные, пороговые) под воздействием как внешних, так и внутренних факторов.

На Рис.7.4 показана схема физиологического нейрона, а на Рис.7.5 блок-схема модернизированного ПК "ЭМБРИОН" для того, чтобы его превратить в действующую модель нейрона. Физиологический нейрон реализует ряд свойств и функций:

- возбуждение местное и распространяющееся,
- торможение,
- дивергенция (размножение возбуждения),
- конвергенция (суммирование входных возбуждений),
- фазные реакции парабиоза,
- оптимальный ритм и его перестройка,
- память (реверберация) и др.

Это основной кирпичик, из которого построен мозг. Нервные клетки делятся на чувствительные (рецепторные), двигательные (моторные) и переключательные. Последних основная масса в мозге и их мы будем моделировать. Из них состоит кора мозга и множество подкорковых ядер и структур.

В нейроне выделяют три основных отдела (Рис.7.4):

ТЕЛО (СОМА), ДЕНДРИДЫ и АКСОН. Связи нейрона с соседями осуществляются через СИНАПСЫ с помощью химически активных молекул-посредников или МЕДИАТОРОВ. Дендриды образуют воспринимающую рецептивную поверхность. Контакты-синапсы бывают четырех типов:

АТ - аксосоматические (чаще тормозные),
АД - аксодендрические (их основная масса, возбуждающие),
АА - аксоаксонные,
ДД - дендродендрические (и пресинаптические).

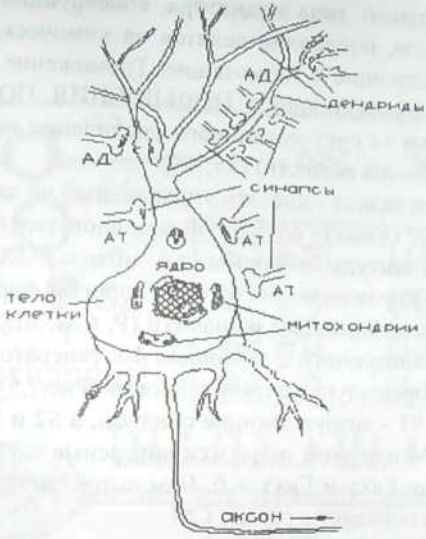


Рис.7.4. Схема физиологического нейрона

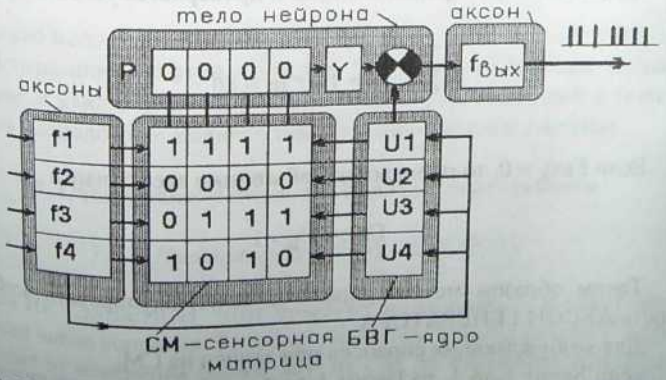


Рис. 7.5. Нейрокомпьютерная модель физиологического нейрона

В зависимости от типа медиатора, конструкции и места распо-
ложения синапсов, последние делятся на химические и электриче-
ские, на возбуждающие и тормозящие. Торможение осуществляется
путем гиперполяризационного ПОВЫШЕНИЯ ПОРОГА чувстви-
тельности клетки за счет локального увеличения интенсивности ее
метаболизма (обмена веществ) [35, 44].

Наша с Вами задача - сделать управляемый по законам физиоло-гии ГЕНЕРАТОР (Fвых) - случайной последовательности импульсов стандартной амплитуды и формы, т.е. модель АКСОННЫЙ ХОЛ-МИК-АКСОН. Управление частотой и порогом формируется путем взаимодействия информации из памяти (Р, СМ, БВГ) и из дендрид-ного дерева, реализуемого с помощью 4-х генераторов-моделей четырех аксонов предыдущего слоя нейронов (Рис.7.5).

Пусть S1 и S3 - возбуждающие синапсы, а S2 и S4 - тормозящие синапсы. На СМ при этом подаются инверсные сигналы, "0" вместо "1" при наличии Fвх1 и Рвх3 > 0. Чем выше частота на входе, тем больше единиц попадает в строку СМ.

При цикле NS=10, если Fвх|<>0 (наличие возбуждения на любом k-м входе), то

$$Uk := Uk + 1, \tag{7.4}$$

происходит проторение синапса и проверяется условие при

$$\sum_{1}^{m} U_k <= 10 * m = 40 \tag{7.5}$$

Если Fexk - 0, то происходит забывание веса синапса

$$U_k := U_k - 1 \tag{7.6}$$

m=4

Таким образом можно управлять или модулировать возбуди-
мость АКСОН-ГЕНЕРАТОРА

Для возбуждающих синапсов при записи на СМ:
если $S_В$=от 1 до 4, то $U_В$=от 1 до 4, а для тормозящих синапсов:
при $S_Т$=4-$S_В$ выбирается $U_Т$=4-$U_В$

Экран монитора можно оформить так, как изображено на рис.7.6.

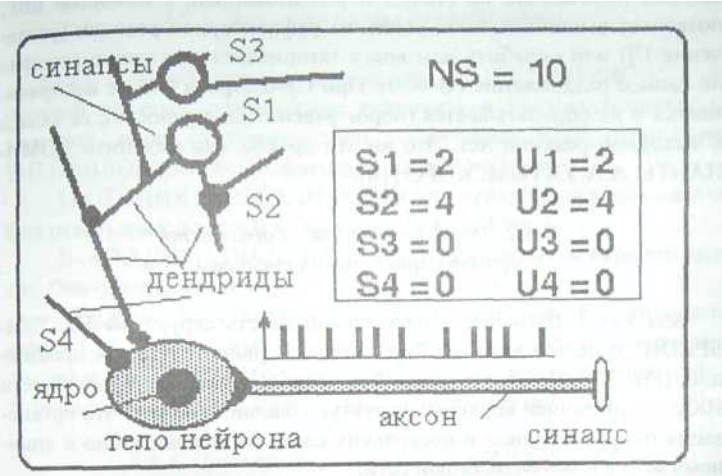


Рис. 7.6. Изображение на мониторе нейрокомпьютерной модели нейрона

Можно модулировать ритм в аксоне невязкой, т.е. Fвых=F[J(U)].

«Поигравшись» с этой моделью, Вы получите большое удовлетворение и увидите, что она может быть очень наглядной и полезной для физиологов и медиков при изучении нервной системы.

7.8. Общие закономерности нервной деятельности

7.8.1. Принцип рефлекса И.СЕЧЕНОВА

Для НК "ЭМБРИОН" этот принцип, по видимому, вызовет наименьшее число вопросов. Рефлекторная цепь "стимул-реакция" в НК проходит от изменения образа X(t) на СМ до изменения импульсации Y(t) мотонейронов и двигательного эффекта R(t).

Менее очевидны рефлекторные реакции с усиленным или затормеженным концом (по СЕЧЕНОВУ [45, 54]. Координационный ме-ханизм показанный на Рис.7.3 и реализованный с помощью БВГ, позволяет выполнять либо усиление рефлекторной реакции (увели-ченис Uj) или ослабить или вовсе затормозить выходную реакцию „а данное раздражение (U->0). При Uj=0 строка СМ не воспприни-мается и не обрабатывается (порог равен бесконечности),ее вклада в выходной реакции нет. Это ни что другое, как механизм ДОМИ-НАНТЫ А.А.УХТОМСКОГО [18].

7.8.2. Морфологические особенности организации нервной системы

Мы уже с Вами рассматривали общность структуры НК "ЭМБРИОН" с целым мозгом (Рис.3.1) и с нервной системой простейших (Рис.7.2). На занятиях 3 и 4 отмечалось сходство нервной сети НК с организацией корковых структур головного мозга - это организация полей нейронов и нескольких слоев по направлению к спинному мозгу и мотонейронной сети.

В зависимости от моделируемого участка мозга или его функции нейронные сети охвачены обратными связями как внутренними, через закон сохранения (Zp=l), так и внешними, т.е. образуются функциональные системы по «принципу экстренной мобилизуе: мости» (по АНОХИНУ) со своими рецепторами полезного результата.

Еще об одной нейрофизиологической особенности НК "ЭМБРИОН" следует упомянуть. Если рассматривать один код квазинейрона (или одну группу) в различные моменты Ufc т.е. ряд однотипных нейронов по глубине сети (смотри Рис.4.3, например, код 001), то мы получим хорошо известную в нейрофизиологии КОЛОНКУ из нейронов в структуре коры мозга. Таких параллельных колонок-столбиков или ансамблей [22] множество, по числу феуг-ционирующих в данной сети типов нейронов.

Еще в нервной сети возникают КЛАССТЕРЫ - группы нейронов объединенных по принципу одновременности (например, все нейроны в момент Uk=3 на Рис.4.3). В класстере выполняется условие

постоянства уровня возбуждения, т.е. сумма возбуждений всех нейронов не превышает NS (или Zp = 1).

7.8.3. Динамика нервного возбуждения

Как и в живой нервной системе, так и в НК "ЭМБРИОН", в его нервной системе, возбуждение возникает и распространяется по мозговой массе в соответствии с законами ВИД, открытыми И.П.ПАВЛОВЫМ [39], в несколько стадий или фаз:

I - СТАДИЯ ГЕНЕРАЛИЗАЦИИ или иррадиации возбуждения. Она охватывает по оси U моменты от U=0 до U=n.

II- СТАДИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ возбуждения в нервном центре. Она охватывает время в диапазоне n<=U<oo.

"Сшибка" по И.ПАВЛОВУ нервных процессов - это смена строки СМ. О кольцевых, циркуляционных свойствах ритмирующих систем и их вероятностно-статистических свойствах организации и функционирования мы уже говорили ранее (занятия 3 и 4).

7.8.4. Принцип доминанты А. УХТОМСКОГО

Русским академиком А.А.УХТОМСКИМ [18] открыты основные закономерности работы нервных центров и координации их работы - ПРИНЦИП ДОМИНАНТЫ или самосборки не морфологических, а **Функциональных нервных центров.**

В нашей нейронной сети налицо все проявления закономерностей доминанты:

- подпороговое созревание (Рис.4.4б),
- динамическое подвижное подавление антагонистической деятельности (белые кружки на Рис.4.4а),
- концентрация возбуждения в работающем центре и около него (закрашенные кружки на Рис.4.4а).

7.8.5. Афферентный синтез и интерсенсорный перенос

По поводу применения НК "ЭМГСРИПЫ" для моделирования функциональных систем П.К.АНОХИНА можно написать отдель-

ную книгу Однако, следует обратить Ваше внимание на два фундаментальных процесса в функциональных системах (смотри занятие 1): - АФФЕРЕНТНЫЙ СИНТЕЗ, при котором взаимодействуют на одном субстрате, на одних нейронах, в одних сетях несколько компоненг мотивация, память, обстановочная афферентация, пусковой раздражитель все эти РАЗНЫЕ раздражители взаимодействуют на СМ, с которой информация через регистр Р переносится в нервную сеть - кодируется в ее структуре и связях, в "полезном результате".

- ИНТЕРСЕНСОРНЫЙ ПЕРЕНОС - второй процесс постоянно реализуемый в жипых нервных центрах. Например, в такой задаче как взаимодействие глаза и руки при координированном поиске на ощупь рукой предмета, который до того был предъявлен глазу. Только на общем нейронном поле, на однотипном субстрате можно СРАВНИВАТЬ В ОДНОМ КОДЕ и идентифицировать такие РАЗНЫЕ ощущения, как раздражения с сетчатки глаза и импульсы от тактильных и мышечных рецепторов руки.

Нейронная сеть НК "ЭМБРИОН" позволяет успешно решать и эти задачи. Пример рассмотрен на занятии 9 (Цыганков, [46]).

7.9. **Реципрокный сжиматель**

Этот раздел мы решили поместить в конце настоящего занятия так как реципрокная координация играет одну из главных функций в эмоциональных проявлениях организма, которым посвящено следующее наше занятие.

Вы уже из программы (листинг 3.1) поняли, что реципрокный сжиматель - это структура или алгоритм, которые формируют общую выходную реакцию R, ее знак и величину, по принципу "ВЕСОВ" в виде U-образной воронки. Чем дальше от положения равновесия - условного "нуля" расположен канал Fi, F-i, тем больший вес Ki, K-i он имеет в выходной реакции. Здесь конкурируют две группы антагонистов (Рис.7.7) - мотонейронов: "белые" (слева) и "черные" (справа) от нуля.

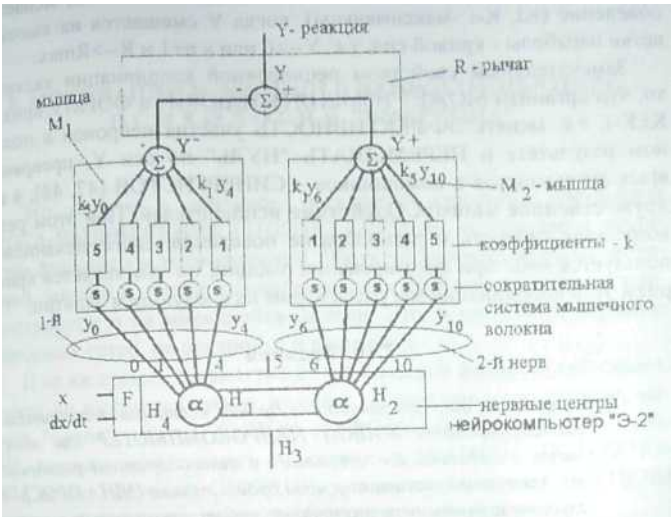


Рис.7.7. Схема реципрокного сжимателя

Наш организм имеет ОСЬ СИММЕТРИИ и, как правило, почти все парные органы и системы: левое и правое полушария мозга, конечности, глаза, уши, симпатичная и парасимпатическая нервные системы, симметричные центры в головном мозгу, центры гипоталамуса (центр удовольствия и неудовольствия), два антагонистических центра в спинном мозгу (два пула мотонейронов со своими симметричными сенсорными системами - задние рога спинного мозга), гормоны-антагонисты, железы-антагонисты, медиаторы-антаго-нисты и т.д.

Этот всеобщий физиологический принцип реципрокной (антагонистической, а точнее, синергетической) координации позволяет организму ПЛАВНО балансировать в равновесии между двумя крайностями (рабочая точка находится на дне U-воронки и сила ре-

акции Ki, K-i минимальна) и, если необходимо, РЕЗКО, меняется поведение (Ki, K-i -максимальны), когда Y смещается на высокие ветви параболы - кривой сил, т.е. Y-->0 или к п+1 и R-->Rmax.

Замечательным свойством реципрокной координации является то. что организм МОЖЕТ ИЗМЕНЯТЬ НАКЛОН и ФОРМУ кривых Ki K-i, т.е. менять ЭФФЕКТИВНОСТЬ участия нейронов в полез-ном результате и ПЕРЕМЕЩАТЬ "НУЛЬ" по оси Y, превращая ярых антагонистов в помощников - СИНЕРГИСТОВ [47, 48], в со-**дружественное взаимоСОдействие** исполнителей. При этом резко возрастает гибкость и разнообразие поведения. Этим механизмом пользуется мозг при формировании эмоций, но что является крите-рием этой координации мы рассмотрим на следующем занятии.

7.10. Задания

/. Если мысли данного занятия побудили читателя действительно сконструировать ЖИВОЙ НЕЙРОКОМПЬЮТЕР как модель мозга и наделить его чувствами и целесообразным поведением, то для такого читателя у меня будет только ОДНА ПРОСЬБА - глубоко изучить первоисточники работ, упомянутых в настоящем занятии авторов.

2. Выполните лабораторную работу на модели нейрона.

3. Доработайте программу, приведенную в листинге 3.1, введя в нее работу против равновесия.

4. Сконструируйте цветомузыкальную установку, содержащую НК "ЭМБРИОН".

8. МОТИВАЦИИ И ЭМОЦИИ В НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЕ. ПСИХОЛОГИЯ "ЭМБРИОНА"

Это занятие в основном посвящено идеологии построения БЛОКА ВЫДВИЖЕНИЯ ГИПОТЕЗ (БВГ), его подлежащим реализации функциям и возможностям. Часть проявлений функций мотиваций, эмоций и других психологических феноменов НК мы продемонстрируем и на имеющейся модели. Это, в частности, обучение нейронных сетей, их настройка и адаптация.

В то же время, это занятие имеет большой философский смысл. Может ли информационная неживая, в традиционном смысле, машина "ожить", стать "ЖИВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МАТЕРИЕЙ", которая может иметь собственные МОТИВЫ, ПОТРЕБНОСТИ, может проявлять ЭМОЦИИ, уметь ставить перед собой ЦЕЛИ и достигать их? Автор занятий убежден в том, что сможет!

8.1. Мотивы и потребности

Мы уже с Вами на прошлом занятии говорили о самой первичной цели и фундаментальном ПОЛЕЗНОМ РЕЗУЛЬТАТЕ живой материи - СОХРАНЕНИИ своего НЕРАВНОВЕСНОГО СОСТОЯНИЯ за счет постоянной работы собственных неравновесных структур и их восстановления за счет ассимиляции пищи при обмене веществ. Эта пожительная обратная связь "структура-функция" ведет к эволюции, росту массы материи, делению клеток и т.д. (Э.БАУЭР [32]).

Значит нужно искать индикаторы (иметь датчики) наличия неравновесности, ее структуры, величины, скорости и знака ее изменения.

В нашем НК таким параметром неравновесности является НЕВЯЗКА

НЕВЯЗКА - сложное структурное динамическое образование Она имеет код - определенным образом расположенные бинарные частицы, имеет два знака или типа таких частиц. Имеет динамические скую характеристику инерции или памяти, выражающуюся в веро-ятности поражения Uk импульсом из БВГ определенной группы с или d частиц невязки, размер которой зависит от n_0 при заданной разрядности n НК.

Итак, при **Jmax=n** - максимальная неравновесность и абсолютная неустойчивость. При первом же кванте (р) величина невязки уменьшится на единицу. Неумолимо работает ГОМЕОСТАТ СМЕРТИ, ведущий систему к равновесию. Значит, сразу же должен включиться в работу механизм восстановления - ГОМЕОСТАТ ЖИЗНИ, который должен увеличивать J.

Изменить невязку .1 можно следующими путями:

- ИЗМЕНИТЬ содержимое памяти Р,
- ИЗМЕНИТЬ своими активными действиями во внешней среде содержимое СМ,
- ИЗМЕНИТЬ активно внутреннюю среду, воздействуя на поро ги гомеостатов и, тем самым, изменив образ на СМ,
- НИЧЕГО НЕ ДЕЛАТЬ, а ЖДАТЬ, пока генератор U БВГ не сделает свое смертельное дело (J—>0),
- ЖДАТЬ, пока внешняя среда изменит содержимое СМ,
- резко ИЗМЕНИТЬ Uj.
- ЖДАТЬ, пока внутренняя среда сама изменит Р и коды СМ.

Как видите, рычагов у Вас более, чем достаточно.

Любое АКТИВНОЕ ПОВЕДЕНИЕ системы годится (активный покой, ДОМИНАНТА по А.А.УХТОМСКОМУ, - это тоже активно? поведение), кроме пассивного ожидания смерти. Вот почему, в отличие от нейрокомпьютеров существующих известных парадигм наш **нейрокомпьютер "ЭМБРИОН" является активным** нейрокомпьютером.

Следовательно, в НК должна быть реализована функциональная система, полезным результатом которой будет формирование МО-ТИВАЦИИ как СОСТОЯНИЯ ДИСКОМФОРТА, как состояния, характеризующего наличие стабильного направленного к равновесию процесса вида J—>*0.*

Афферентный синтез, производящий анализ и синтез входящей и его состав афферентации ({S}, {Uj}, c, d, e, g, dJ/dU) формирует решение или формулирует на внутреннем языке системы ПОТРЕБНОСТЬ (ЦЕЛЬ) и программу действия (вспомните Рис. 1.1.занятия 1) на удовлетворение потребности, т.е. что нужно сделать системе для восстановления (сохранения) неравновесности, произведя выбор из перечисленных выше способов наиболее эффективный путь поведения. Во внешнем проявлении это может быть потребность в пище, в воде (жажда), в получении информации (в знаниях).

Я не буду Вас больше утомлять развитием этих идей, хотя бы потому, что мы с Вами не разбирали подробно и глубоко "теорию живой материи" Бауэра, процессы ассимиляции и роста. Это мы с Вами оставим на будущее.

Разные авторы мотивацию и потребности трактуют по своему. А мы пока познакомимся с эмоциями НК.

8.2. Эмоции в НК "ЭМБРИОН"

По-моему, ближе всего к нашей концепции НК ПРОБЛЕМА ЭМОЦИИ отражена в информационной теории эмоций П.В.СИМОНОВА, изложенной в его книгах "Эмоциональный мозг"(1981) и "Мотивированный мозг"(1987)[49,50].

8.2.1. Информационная теория эмоций П.СИМОНОВА

Рассмотрим по П.СИМОНОВУ структуру целостного поведенческого акта и место эмоций в нем (Рис.8.1), а затем ее нейрофизиологическую основу и одну из возможных нейрокомпьютерных реализаций.

По П.СИМОНОВУ эмоции играют ОТРАЖАТЕЛЬНО-ОЦЕНОЧНУЮ и РЕГУЛЯТОРНУЮ ФУНКЦИИ в поведении. В основе теории эмоций он взял ПОТРЕБНОСТНО-ИНФОРМАЦИОННЫИ ПРИНЦИП. Эмоции отражают актуальную потребность, ее качество и величину (По) и ВЕРОЯТНОСТИ или возможности ее Удовлетворения. Оценка производится на основе врожденного или

приобретенного опыта. Предметы и события приобретают ЗНАЧИ МОСТЬ.

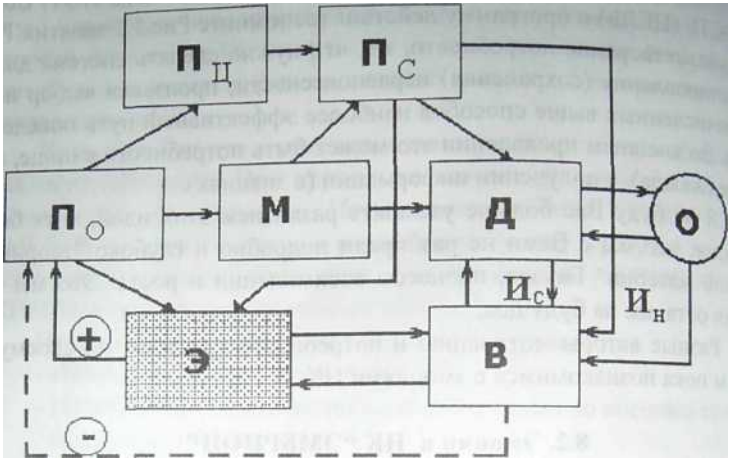


Рис. 8.1. Место эмоций в целостном поведенческом акте

Структурная ФОРМУЛА ЭМОЦИЙ:

$$Э = f[\mathbf{По},(\mathbf{Ии}-\mathbf{Ис}),\ldots], \qquad (8.1)$$

где Э - эмоции, их величина, качество и знак, По - сила, качество актуальной потребности, Ин - ИНФОРМАЦИЯ о средствах, НЕОБХОДИМЫХ для удовлетворения **По**, извлекаемая из памяти и из среды, Ис- ИНФОРМАЦИЯ о СУЩЕСТВУЮЩИХ реальных средствах,

(Ин - Ис) - ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ (возможности) достижения цели на основе опыта.

Здесь Ин и **Ис** представляют собой ВЕРОЯТНОСТНУЮ МЕ-РУ, А выражение (1) реализует ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ПРОГНОЗ РЕ-

ЗУЛЬТАТА или один из вариантов формирования и воплощения АКЦЕПТОРА ДЕЙСТВИЯ в функциональной системе.

Как видно Рис.8.1 по своей структуре очень напоминает архитектонику функциональной системы П.АНОХИНА (Рис. 1.1). И не удивительно, что отдельные авторы пытаются объединить информационную теорию эмоций П.СИМОНОВА с теорией функциональной системы П.АНОХИНА. Например, Г.КОСИЦКИЙ предлагает такой алгоритм их объединения:

$$\mathbf{СН = Ц\ (Ин * Ен * Вн - Ис * Ес * Вс),} \qquad (8.2)$$

где СН - степень напряжения,

Ц - цель, результат афферентного синтеза,

И,Е,В - информация, энергия, время необходимые (н) и существующие (с).

На Рис.8.2. показано взаимодействие нейрофизиологических мозговых структур в актах формирования и реализации эмоциональных поведенческих реакций.

Рис. 8.2. Мозговые структуры, участвующие в формировании эмоциональных поведенческих актов.

Так как это информационное направление в изучении мозга в начальной стадии развития, то мы с Вами вправе тоже внести свой вклад, сделав СВОЮ МОДЕЛЬ МЕХАНИЗМА ЭМОЦИЙ в нейро-компьютере. Эмоции ПОБУЖДАЮТ организм НАРУШАТЬ гомео-статическое равновесие и ИСКАТЬ ИНФОРМАЦИЮ во внешней среде для получения положительных эмоций. Мы уже с Вами виде-ли на примере предыдущих занятий, что большую роль в этом игра. ет механизм РЕЦИПРОКНОЙ КООРДИНАЦИИ (занятие 7).

8.2.2. Моделирование эмоций в НК "ЭМБРИОН"

Сделаем с Вами четырехразрядный (n=4) НК "ЭМБРИОН" (Занятие 3).

Вы, видимо, почувствовали, что, УПРАВЛЯЯ НЕВЯЗКОЙ за счет изменения информации на СМ и используя замечательное свойство реципрокного сжимателя (занятие 7) выдавать ПОЛЯРНУЮ РЕАКЦИЮ *R,* в зависимости от формы выходного распределения вероятностей (частот импульсации мотонейронов), можно получать в НК "ЭМБРИОН" по формуле (1) П.СИМОНОВА весь спектр эмоций при различных потребностях По.

Введем следующие параметры в нашу с Вами модель (Рис.8.3):

Пусть По=NS; Р=2 (код 1010); S1 =2 (код 0101); S2=0 (код 0000); S3=4 (код=1111); Ul=3; U2+U3<=10.

ОПЫТ ПЕРВЫЙ. Пусть Ин=Ис=0, т.е. отсутствуют вероятностные данные о необходимой и о существующей информации. Безразличное отношение индивидуума к своей потребности. В этом случае при llo=NS=5; U2=U3=0, т.е. Вср(**Ин**)=Вер(**Ис**), Y-->2 и R—>0. Эмоции отсутствуют.

ОПЫТ ВТОРОЙ. Пусть имеется повышенная потребность Ilo=NS=10. Пусть Вер(Ин)=1.0, а Вер(Ис)=0.1, что выполняется при 112=1 и U3=9. Наблюдается сильная положительная эмоция: R--> +12.

ОПЫТ ТРЕТИЙ. Пусть **По**=NS=5; Вер(**Ин**)=0.1 и Вер(**Ис=1.0** при U2=9 и U3=1, тогда имеет место сильная отрицательная эмоция с реакцией R—> -7.

Сделанная автором программа демонстрирует богатую гамму видов эмоциональных реакций НК при различных потребностях **По** и вероятностных свойствах **Ин** и **Ис**.

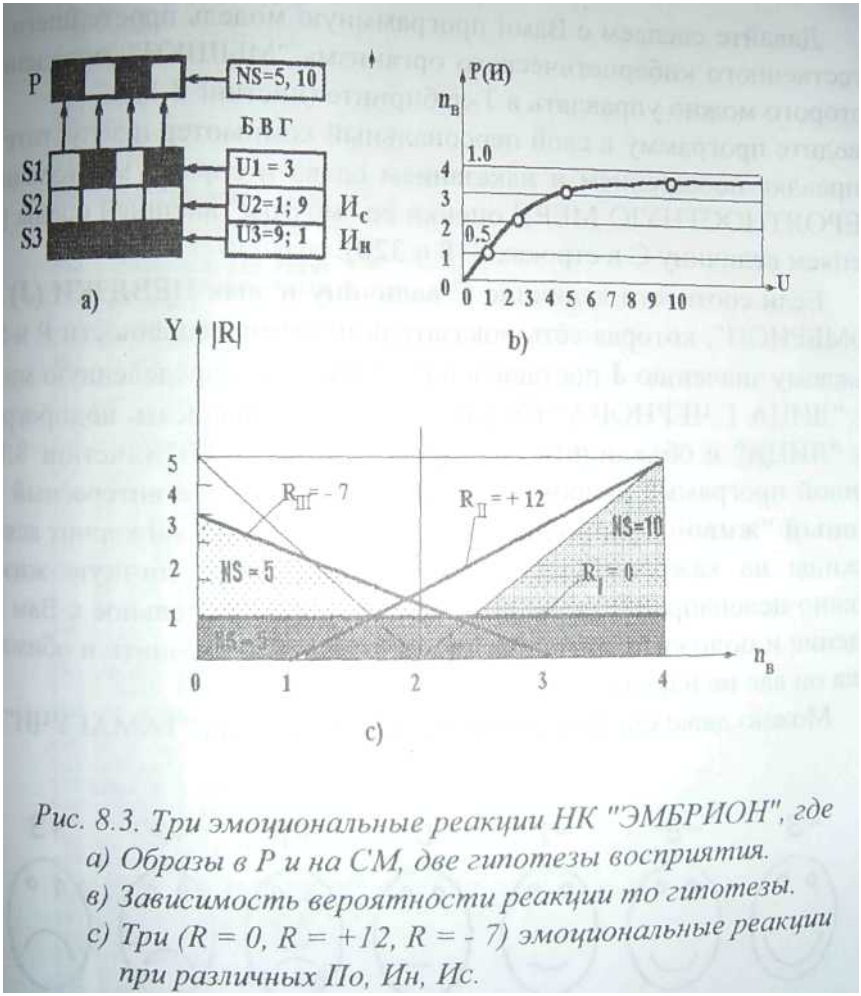


Рис. 8.3. Три эмоциональные реакции НК "ЭМБРИОН", где
а) Образы в Р и на СМ, две гипотезы восприятия.
в) Зависимость вероятности реакции то гипотезы.
с) Три (R = 0, R = +12, R = - 7) эмоциональные реакции при различных По, Ин, Ис.

8.3. Психология нейрокомпьютера "ЭМБРИОН"

8.3.1. "МЫШКА"в Т-лабиринте

Давайте сделаем с Вами программную модель простейшего искусственного кибернетического организма "МЫШКИ", поведением которого можно управлять в Т-лабиринте (листинг 8.1). Введите программу в свой персональный компьютер и запустите ее. Управляя поощрением и наказанием слева и справа, мы изменяем ВЕРОЯТНОСТНУЮ МЕРУ оценки ее "мозгом" внешней среды (изменяем величину С в строках 318 и 320).

Если соотнести величине С величину и знак НЕВЯЗКИ (J) НК "ЭМБРИОН", которая есть показатель неуравновешенности Р и S, а каждому значению J поставить в соответствие определенную мимику "ЛИЦА Г.ЧЕРНОВА" (Рис.8.4), то можно написать подпрограмму "ЛИЦА" и объединить ее с программой "TLAB" (листинг 8.1) в единой программе нейрокомпьютера. Вы получите интересный активный "живой" эмоциональный организм, который корчит всякие рожицы на каждое Ваше вмешательство в его личную жизнь. Можно целенаправленно вызывать его доброжелательное к Вам поведение и положительные эмоции, а можно его дразнить и обижать, пока он вас не накажет!

Можно даже сделать забавную игрушку, типа "ТАМАГУЧИ".

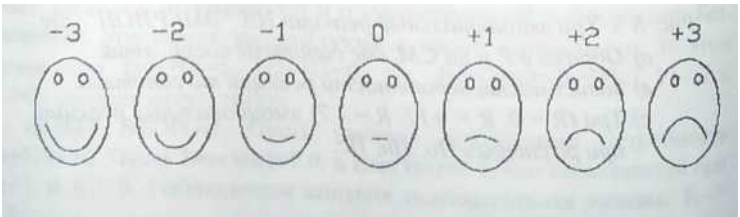


Рис.8.4. Эмоциональные реакции нейрокомпьютера "ЭМБРИОН" при различных невязках J (состояниях)

```
10 CLS
20 PRINT "-----------------------------"
30 PRINT "                             "
40 PRINT "1                           8"
50 PRINT "2                           9"
60 PRINT "----------.         .---------"
70 PRINT "          |         |         "
80 PRINT "          |         |         "
90 PRINT "          |         |         "
100 PRINT "         |         |         "
110 PRINT "         |         |         "
120 PRINT "         |         |         "
130 PRINT "         |         |         "
140 PRINT "         |         |         "
150 PRINT "         |         |         "
160 PRINT "         |         |         "
170 PRINT "         |         |         "
180 PRINT "         |         |         "
200 LET C=.5
220 INPUT "ВВЕДИТЕ   A=18   ",A
230 LOCATE A,16: PRINT "Y"
240 LOCATE A+1,16: PRINT "≠"
250 LOCATE A+2,16: PRINT " "
260 LOCATE A+3,16: PRINT " "
270 LET A=A-1
280 IF A=1 THEN GOTO 300
290 GOTO 230
300 LOCATE A+1,16: PRINT " "
310 LET B=16
311 LET L=RND(1)
312 IF L>=C THEN GOTO 470
313 LOCATE 18,26: PRINT "      ПИЩА   <---  D=1,        --->  D=8  "
314 LOCATE 19,26: PRINT "      БОЛЬ   <---  D=2,        --->  D=9  "
315 INPUT "D=",D
316 IF D=1 OR D=9 THEN 320
317 IF D=2 OR D=8 THEN 318
318 LET C=C+.3*(1-C)
319 GOTO 322
320 C=C*.3
322 IF C>=.95 THEN 320
323 IF C<=.05 THEN 318
340 LOCATE 3,B+1: PRINT "<"
350 LOCATE 3,B: PRINT "f"
360 LOCATE 3,B-1: PRINT " "
370 LOCATE 3,B-2: PRINT " "
380 LET B=B+1
390 IF B=29 THEN GOTO 410
400 GOTO 340
410 LET A=17
420 LOCATE 3,29: PRINT " "
430 LOCATE 3,28: PRINT " "
440 LOCATE 3,2: PRINT " "
450 LOCATE 3,3: PRINT " "
460 GOTO 230
470 LOCATE 3,B-1: PRINT ">"
480 LOCATE 3,B: PRINT "f"
490 LOCATE 3,B+1: PRINT " "
500 LOCATE 3,B+2: PRINT " "
510 LET B=B-1
520 IF B=2 THEN GOTO 410
530 GOTO 470
540 END
OK
```

Листинг 8.1. "Мышка" в Т-образном лабиринте

8.3.2. Психологические опыты по восприятию

БВГ - это удивительный блок, который моделирует динамические законы рождения, развития и редукции ДОМИНАНТЫ А.А.УХТОМСКОГО. Он позволяет реализовывать в НК "ЭМБРИОН" некоторые известные из психологии законы восприятия, установки, константности и др.

Представьте себе идеально серый экран в виде образа на СМ Пусть этот серый фон (S 1=0.5) меняется по плотности или до абсолютно черного (Sl=l), или до абсолютно белого (S 1=0), т.е. постепенно увеличивается (или уменьшается) число СЛУЧАЙНО расположенных на СМ единичек ("1"). Глядя на этот экран, нужно с заданной долей уверенности (Вер.) ответить (измерить!), какой уровень серого предъявлен. На Рис.8.5 показаны две возможные реакции мотонейронов НК. Видно, что как и человек, НК имеет непрерывную логику и "отвечает" НЕОДНОЗНАЧНО.

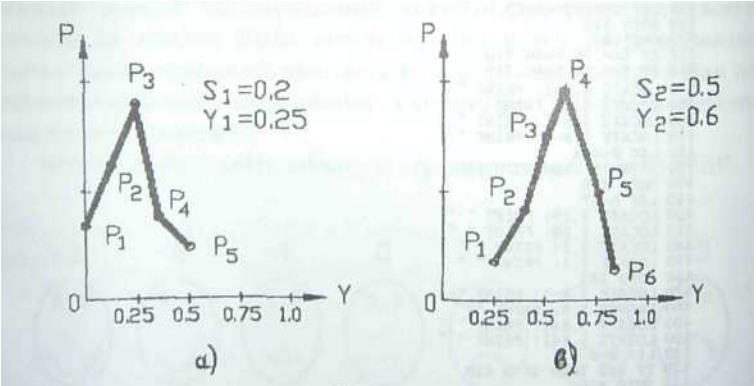


*Рис. 8.5. Две психологические реакции нейрокомпьютера на серый тон. **0.5** – уровень серого, **0** – уровень белого, **1** – уровень черного, **P** – вероятность правильного ответа.*

В случае а) экспериментатором задан уровень белого S 1=0.2, а в случае б) - серый тон Sl=0.5. Из "ответов" НК видно, что на одно значение входного стимула он называет различные значения уров ней серого, но с различной долей уверенности (вспомните многозначную логику ЗАДЕ [51]).

Например, в первом случае с вероятностью P2=0.5 он называет тон Y=0.15, с вероятностью P3=0.75 он называет тон Y=0.25 а с вероятностью P4=0.45 - тон Y=0.3.

Во втором случае, при P2=0.5 Y=0.3; при P3=0.7 Y=0.5 при P4=0.8 Y=0.6 и при P5=0.6 Y=0.75.

То есть, в зависимости от уверенности P, ответ Y может меняться или машина (как и живой организм) выдает усредненный ответ. Чаще всего выдается ответ Y при Ртах, особенно в условиях дефицита времени.

Меняя {U} - гипотезу восприятия, можно резко и в широком диапазоне менять СУБЪЕКТИВНОЕ ОТНОШЕНИЕ НК к стимулу и даже вызывать ИНВЕРСНУЮ РЕАКЦИЮ. Например, M и W можно воспринять как различные знаки, а можно, если нужно, получить ответ Y, что это одинаковый знак.

При Uj=0 можно "в упор не видеть" образ на СМ, который реально существует. Можно обострить "внимание", увеличив Uj в конкретной части СМ, и выделить значимую информацию из образа на СМ. Это и есть доминанта, внимание.

Виды форм гипотез восприятия {U(m)} показаны на 8.6.

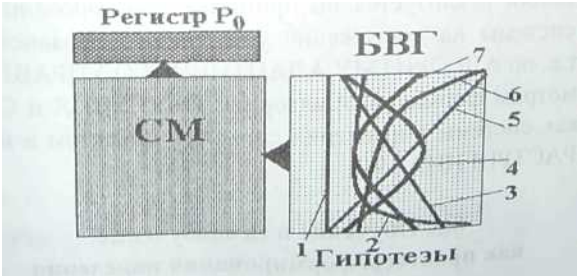


Рис. 8.6. Виды возможных гипотез восприятия

8.4. Проблема обучения

Проблема обучения нейрокомпьютера и нейронных сетей вплотную смыкается с общей проблемой обучения в психологии, с теорией условных рефлексов ВИД. Она настолько обширна, что сразу ее охватить не удастся. Однако, попробуем подняться над конкретными методами, такими как метод "обратного распространения ошибки" или "правило Хебба" для обучения синапсов для обычных "технических" нейронных сетей.

Ведь всем известно, что "крутить" или перестраивать вес каждого синапса - очень неблагодарная задача, когда в сети десятки тысяч нейронов, а у каждого тысячи синапсов! Да еще, когда ошибка определяется не машиной, а конструктором-программистом. Путь обучения при этом долг и тернист. Например, эмулятор нейросети на современном процессоре Pentium обучается около года! Связь с нейрофизиологией при этом и с психологией очень слабая.

Обучение в Т-лабиринте на МИКРОуровне мы уже частично рассмотрели на занятии 4 (уравнения (3),(5),(6) и (7), кривая обучения Рис.4.4а), на занятии 5 (уравнения (28) или (29)) и в настоящем занятии в третьем разделе (листинг 8.1).

Мне, однако, кажется, что проблема обучения НК должна решаться на основе нейрофизиологической концепции ПК. АНОХИНА КОМПЕНСАЦИИ НАРУШЕННЫХ ФУНКЦИЙ [52]. Компенсация функций реализуется по принципу формирования функциональной системы на достижение устойчивого неравновесного состояния, т.е. по АЛГОРИТМУ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ.

Рассмотрим формальный алгоритм ОБУЧЕНИЯ и САМООБУЧЕНИЯ как системы управления сложным объектом в интерпретации Л.А.РАСТРИГИНА [53].

8.5. Обучение и самообучение как процессы формирования поведения

Проблема обучения и самообучения достаточно интересна и сложна. Мне очень нравится формальный подход, развиваемый Ле-

онардом Андреевичем Растригиным [53]. Вот мы и воспользуемся этим формализмом управления сложным объектом. Вы, заметили, что мы с Вами проблему создания нейрокомпьютера рассматриваем на макроуровне IIIа по классификации данной на Занятии 1.

На Рис. 8.7. показана упрощенная из [53] блок-схема обучения и самообучения (структура "мозга").

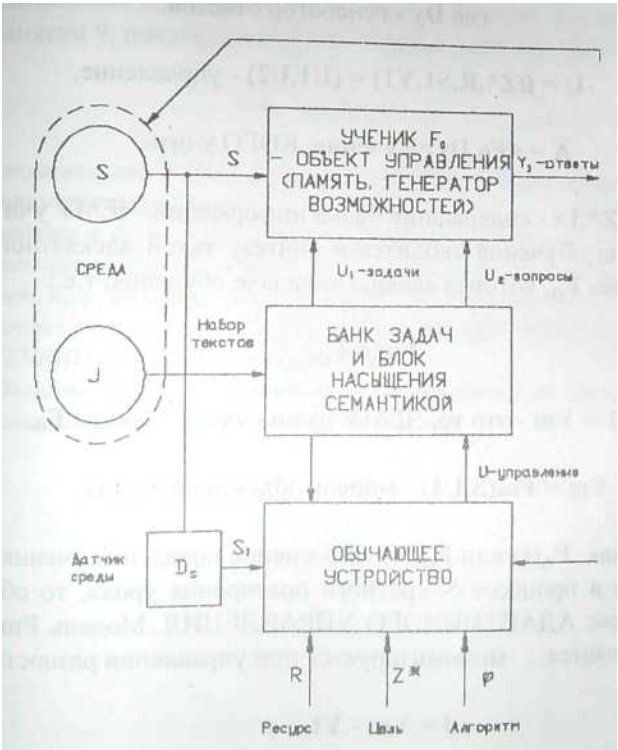


Рис. 8.7. Блок-схема обучения и самообучения по РАСТРИГИНУ [53].

Запишем некоторые формализмы обучения:

$$Y = Fo(S,Ul) \text{ - состояния ученика,} \tag{8.3}$$

$$S1 = Ds(S) \text{ - состояние среды,} \tag{8.4}$$

$$Yl = Dy(Y,U2) \text{ - ответы ученика,} \tag{8.5}$$

где Dy - генератор ответов.

$$U = f(Z^*,R,Sl,Yl) = (U1,U2) \text{ - управление,} \tag{8.6}$$

$$A = \langle Fo,Dy\rangle \text{ - ученик, КОГО учить,} \tag{8.7}$$

$B = \langle Z^*,I\rangle$ - содержание банка информации, ЧЕМУ учить. (8.8) Задача обучения сводится к синтезу такой адекватной модели Fm ученика F_o, которая адекватна задаче обучения, т.е.:

$$Fm = F_o, \tag{8.8}$$

$$Yl = Ym \text{ - это то, ЧЕМУ нужно учить ученика } F_o. \tag{8.9}$$

$$Ym = Fm(S,Ul) \text{ - модель } \underline{\text{объекта}} \text{ обучения.} \tag{8.10}$$

Так как $F_0(t)$ или $F_0(N)$ - изменение поведения ученика во времени или в процессе N-кратного повторения урока, то обучение - это процесс АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ. Модель Fm(t) адаптивно меняется, минимизируется при управлении разность

$$\mathbf{J = Ym-Yl,} \tag{8.П}$$

т.е. реакции ученика и модели в пределе, после обучения, должны совпадать. Здесь Z* - цель обучения. При обучении переключаются два режима U1 и U2 "обучение" и "экзамен".

При САМООБУЧЕНИИ модель ученика Fm не синтезируется (нет экзамена-тестирования), а модель строится на информации об ОШИБКАХ ученика.

При правильных ответах (оценивает среда) модель не корректируется, а при ошибках (цель Z* не достигается) обучающее устройство за минимальное время или число шагов N переводит состояние ученика Y в требуемое Ym, когда НАКАЗАНИЕ со стороны среды минимально или ПООЩРЕНИЕ максимально.

Вы можете увидеть в нашей программе элементы блок-схемы Рис. 8.7.

С отдельными примерами реализации этих идей Вы познакомитесь на занятии 9, посвященному применению НК "ЭМБРИОН".

8.6. Задания

1. *Напишите свою программу, моделирующую информацион-ные закономерности эмоций.*
2. *Введите в свою модель идентификатор различных по сипе и модальности потребностей: жажды, голода, потребности изменить позу, потребность в НОВИЗНЕ (в получении знаний).*
3. *Напишите и введите в подпрограмму "ЛИЦА" ЗВУКОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ эмоциональных реакций.*
4. *Сделайте свой вид "животного", мультфильм со своим эмоциональным индивидуумом (модель личности).*

9. ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРОВ ТИПА "ЭМБРИОН"

9.1. Техническая диагностика

9.1.1. Функциональная система и проблема узнавания

Если мы с Вами хотим сконструировать нейрокомпьютер как МЫСЛИТЕЛЬНУЮ МАШИНУ и, если следовать И.М.СЕЧЕНОВУ, то мышлению должно предшествовать умение УЗНАВАТЬ и РАЗЛИЧАТЬ предметы, явления, их свойства, связи и взаимоотношения, А это постигается первично только посредством ОРГАНОВ ЧУВСТВ [54].

Вот применению НК "ЭМБРИОН" в качестве АВТОМАТА РАСПОЗНАВАНИЯ мы и посвятим настоящий раздел занятия.

Мы будем придерживаться одинакового воззрения на структуру рефлекторных процессов, происходящих в нервной системе и в наших нейрокомпьютерах как на ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ СИСТЕМУ П.К.АНОХИНА [5].

На Рис.9.1 показана архитектура процессов в вероятностном автомате распознавания, сконструированном на базе НК "ЭМБРИОН", которая повторяет схему функциональной системы Рис. 1.1 занятия 1.

На Рис.9.1 видны все компоненты функциональной системы. Общая схема постановки задачи распознавания принадлежит М.М.БОНГАРДУ [55] и показана на Рис.9.2, где блок M - магазин образов, S - образ, выбранный N1 "учителем" и отнесенный классификатором K1 к I или II-му классу. Задача блока L узнающей системы настроить классификатор K с помощью N так, чтобы обеспечить ИМИТАЦИЮ блоком K блока K1 при минимальном числе ошибок распознавания ε.

Рис. 9.1. Архитектура процессов в нейрокомпьютере

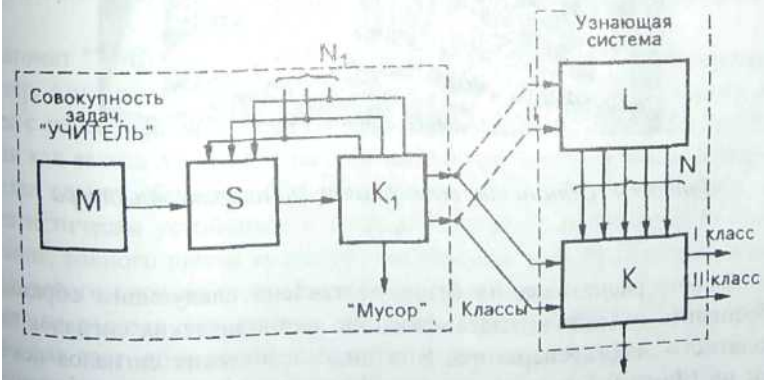


Рис. 9.2. Общая схема постановки задачи распознавания (по Бонгарду [55])

В нашей реализации, в отличие от БОНГАРДА, блок L не пассивный, а обучение распознаванию производится по схеме функциональной системы путем нахождения "ПОЛЕЗНОГО РЕЗУЛЬТАТА", который обеспечивает удовлетворение мотивации.

9.1.2. Описание распознающего автомата

Распознающий автомат (РА) реализован не программно, а АППАРАТНО на полупроводниковых элементах серийно выпускаемых ЭВМ (Фото 9.1).

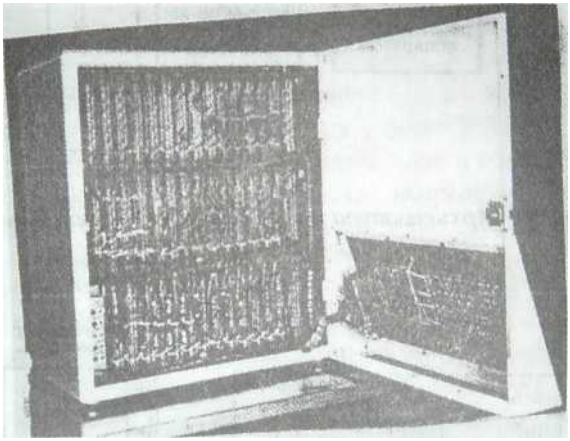


Фото 9.1. Общий вид распознающего нейрокомпьютера

Задача распознавания была поставлена следующим образом. обеспечить надежную классификацию периодических сигналов самолетного энергогенератора. Вид диагностических сигналов показан на (Фото 9.2 а, в, с), а результаты распознавания видов неисправностей на Рис.9.3.

Как видно из (Фото 9.2) распознавание периодических сигналов такой неправильной формы и сильно зашумленных представлявляет

довольно распространенную, актуальную и не простую задачу (на-

пример, идентификация электрокардиограмм, энцефаллограмм, пульсограмм,

различных акустических сигналов в дефектоскопии двигателей).

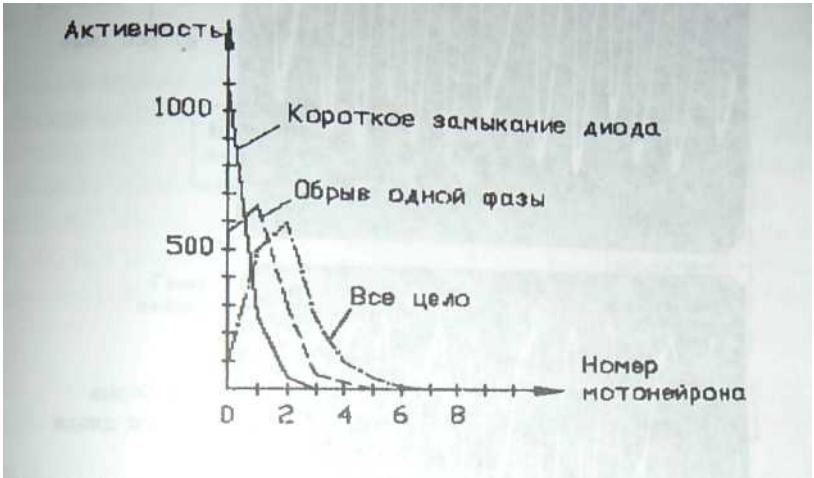
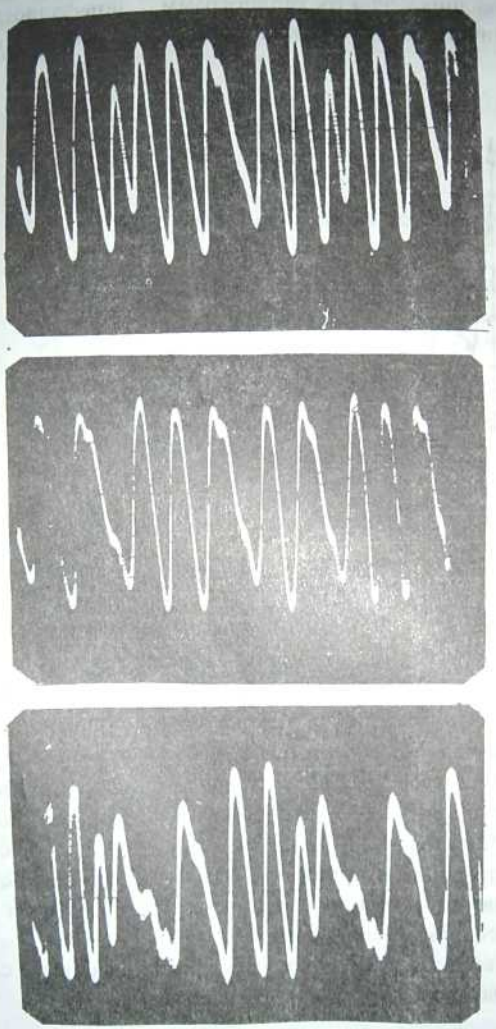


Рис. 9.3. Результаты классификации диагностических сигналов

Автомат "ЭМБРИОН-2" - это десятиразрядный (n=10) нейрокомпь ютер, сенсорная матрица которого имеет четыре строки (m=4). На нее с рецептора записывается ОБРАЗ, как это показано на Рис.9.4. Так как выход автомата (частота на выходе мотонейронов) инвари антен сдвигу образа на СМ по горизонтали (СМ - это цилиндр), то статистически устойчивое в течение интервала наблюдения зобра-жение, равного шести кратному повторению на СМ образа диагно стического сигнала шестифазной машины Энергогенератора, соз-дает на выходе устойчивую реакцию - "ОЩУЩЕНИЕ (Рис.9.3), которая дает абсолютно надежное различение (разные числа R на вы'ходе реципрокного сжимателя) образов.

Автомат испытан в заводских условиях при производстве

само-летных энергогенераторов.



а) Все цело

в) Обрыв
I-го диода

с) Обрыв
4-го диода

Фото 9.2. Диагностические сигналы энергогенератора

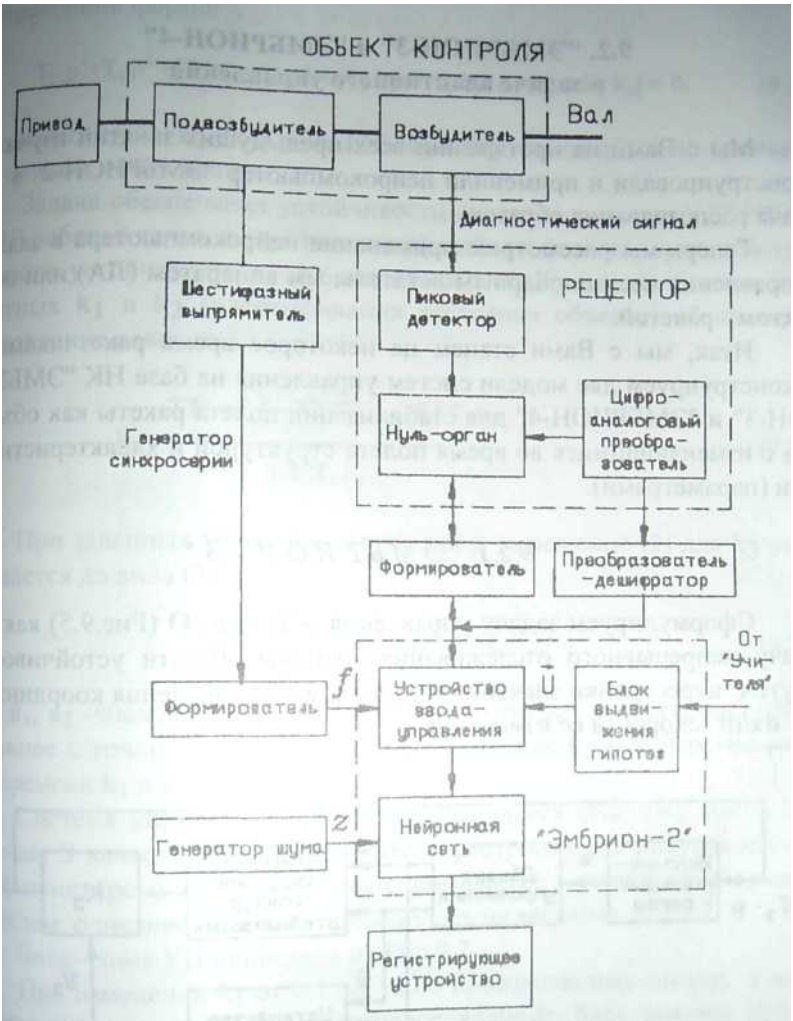


Рис. 9.4. Схема вероятностного автомата распознавания "ЭМБРИОН–2"

9.2. "ЭМБРИОН-3" и "ЭМБРИОН-4" в задаче **адаптивного управления**

Мы с Вами на протяжении всех предыдущих занятий изучали, конструировали и применили нейрокомпьютер "ЭМБРИОН-2" в задаче распознавания образов.

Теперь мы рассмотрим применение нейрокомпьютера в задаче управления нестационарным летательным аппаратом (ЛА) или объектом - ракетой.

Итак, мы с Вами станем на некоторое время ракетчиками и сконструируем две модели систем управления на базе НК "ЭМБРИОН-3" и "ЭМБРИОН-4" для стабилизации полета ракеты как объекта с изменяющимися во время полета структурой и характеристиками (параметрами).

9.2.1. "ЭМБРИОН - 3"

Сформулируем задачу управления объектом **О** (Рис.9.5) как задачу непрерывного отслеживания границы области устойчивости путем перестройки значения Кз по виду x(t) - значения координаты и **dx/dt** -скорости ее изменения.

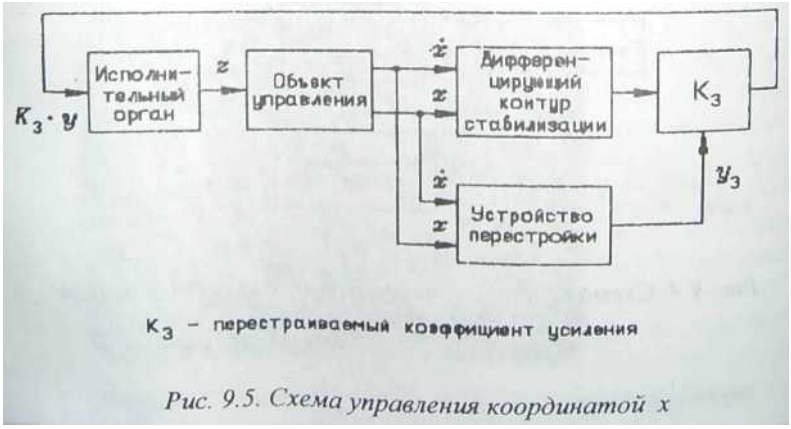


Рис. 9.5. Схема управления координатой x

Уравнение динамической системы, показанной на Рис. 9. 5 в операторной форме:

$$T_2 p^4+T_1 p^3+(T_1 k_2+1) p^2+(T_1 k_2+T k_1 k_3) p+(k_2+k_1 k_3)=0, \qquad (9.1)$$

где k1>0; k_2<0; T_2>0; T1>O; T>0. k1и k2 изменяются во времени по неизвестному закону.

Задача обеспечения устойчивости сводится к задаче УДЕРЖАНИЯ рабочей точки в середине движущейся в фазовом пространстве области устойчивости путем воздействия на K_3 так, чтобы при известных k1 и k2 (идентификация состояния объекта) обеспечить выполнение равенства:

$$k_3=\frac{TT_1^2-T^2-TT_2T_1k_2-T^2T_2k_2}{2T^2T_2k_1} \qquad (9.2)$$

При заданных значениях параметров, выражение (2) для k3 упрощается до вида (3):

$$k_3=-a_1*k_2/k_1+a_2*1/k_1, \qquad (9.3)$$

где a1,a2 -числовые коэффициенты, при которых достигается оптимальное с точки зрения устойчивости значение k3 при переменных во времени k1j и k2.

Система управления самонастраивающаяся (Рис.9.6), трехконтурная. В качестве УП - устройства перестройки (на рисунке показано пунктиром) использован нейрокомпьютер с реципрокным сжимателем, описание которого приводилось на занятиях 3, 5 и 7.

Блок-схема УП приведена на Рис.9.7.

При изменении к, от 0,1 до 10 по произвольному закону, в зависимости от вида (формы) сигналов x, dx/dt, блок анализа (БА) управляет выбором гипотезы U={U1,U2,U3 …..U10>, выбирая из магазина нужную в данный момент гипотезу, разную, в зависимости от направления изменения k1. Напряжение на выходе реципрокного сжимателя "ЭМБРИОН -3" равно:

$$Y_3 = 210 / U1 + U2 \{[(x / \exp [0.32 (U1 - 4) + 6.5)] + [dx / dt / 7.5 \exp [- 0.32 (U2 - 4)] + 6.5] - 1\} , \quad (9.4)$$

где U1,U2 -число импульсов сканирования первой и второй строки сенсорной матрицы соответственно при Ul>2, 4<U2<11.

Как видно из (4), "ЭМБРИОН-3" - это нелинейное звено с перестраиваемыми параметрами с помощью U1 и U2.

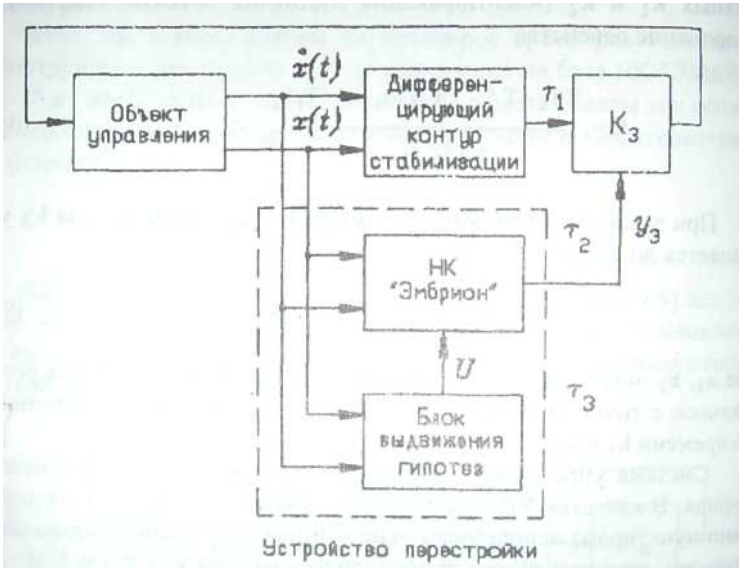


Рис. 9.6. Трехконтурная самонастраивающаяся система с НК

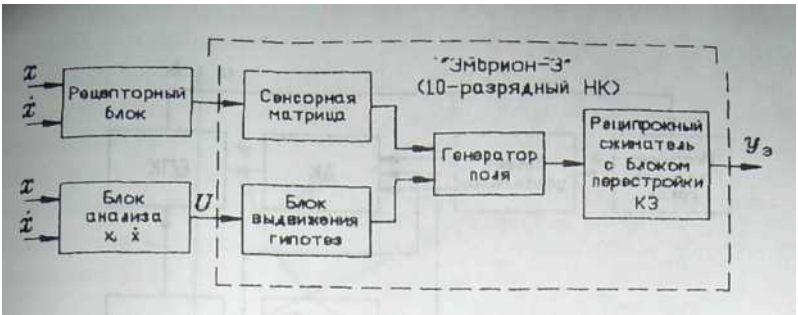


Рис. 9.7. Схема устройства перестройки (УП)

9.2.2. "ЭМБРИОН - 4 "

Более эффективным оказалось применение нейрокомпьютера в задаче стабилизации полета путем УДЕРЖАНИЯ ОБРАЗА на сенсорной матрице как задачи ГОМЕОСТАЗА в живом организме (занятие 7).

Наш объект - ракета с помощью нелинейного звена (БВ на Рис.9.8) поставлен в режим микроколебаний, частота, форма и амплитуда которых меняется в зависимости от изменения параметров объекта k1 и k2 в процессе полета (Рис.9.9).

Как известно из теории функциональной системы П.К. АНОХИНА [4], любое отклонение жизненно важной константы организма (состава крови, давления на баррорецепторы и т.д.) вызывает эквифинальное (по У.ЭШБИ [43]), компенсаторное воздействие по многим путям, направленное на СОХРАНЕНИЕ или УДЕРЖАНИЕ этой константы.

Так и у нас, изменение образа на сенсорной матрице вызывает автоматический поиск такого воздействия через БПК на объект, которое КОМПЕНСИРУЕТ изменение образа, т.е. ВОССТАНАВЛИВАЕТ его, воздействуя через k3 на первый контур управления.

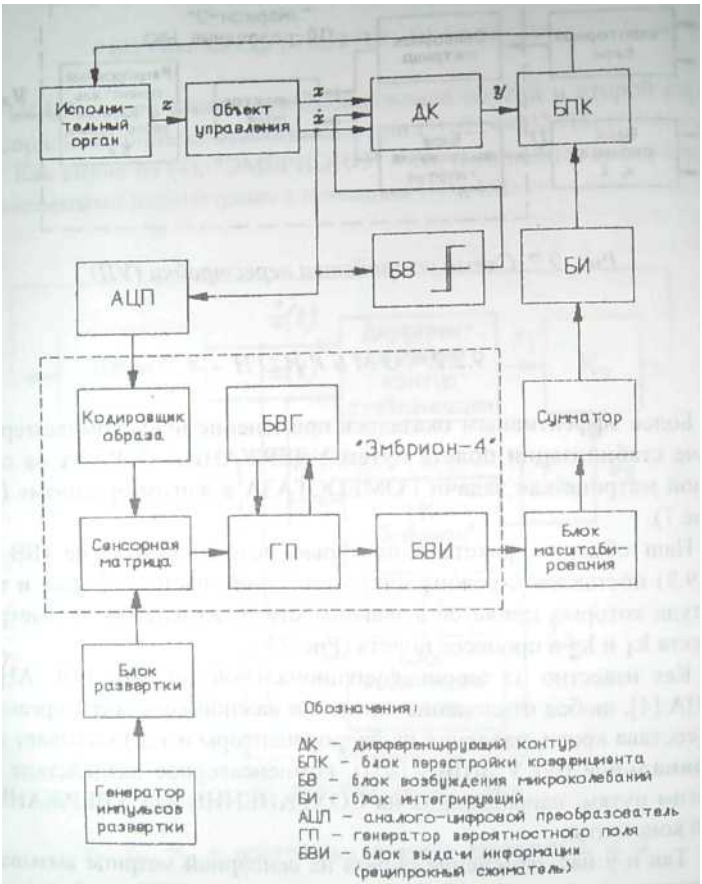


Рис. 9.8. Нейрокоспьютер "ЭМБРИОН-4" в задаче стабилизации

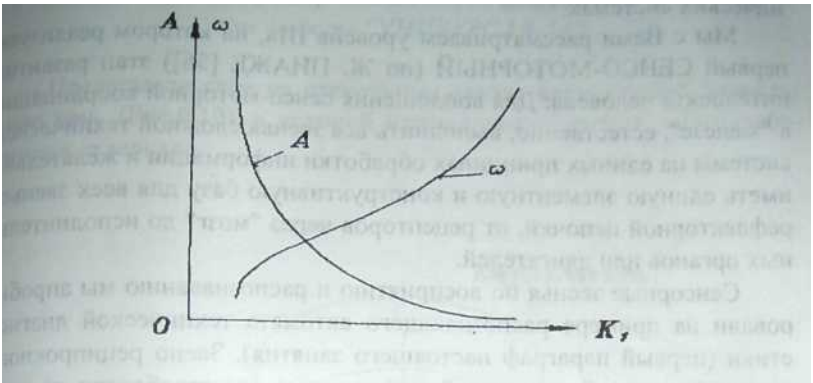


Рис. 9.9. Зависимость амплитуды (A) и частоты (ϖ) микроколебаний основного контура от изменения параметра K_1

Допускаются десятикратные изменения k1 с одновременным изменением величины k2 и его знака. Вероятностная система "ЭМБРИОН-4" мало чувствительна к законам изменения коэффициентов k1 и k2, к их скачкообразному изменению, обладает высокой помехоустойчивостью, проста в реализации в виде интегральной схемы и высоконадежна.

Итак, мы с Вами рассмотрели, конечно очень кратко, примеры применения нейрокомпьютера в технических устройствах. Еще можно привести примеры массы задач из области медицины, техники, физики, математики, решение которых либо невозможно, либо неэффективно без применения нейрокомпьютера.

9.3. Применение нейрокомпьютера в робототехнике

Этот параграф будет посвящен описанию ряда примеров ПРАКТИЧЕСКОГО воплощения в опытно-конструкторских разработках и образцах нашей основной идеи применения нейрокомпью-

тера как ОРГАНА КООРДИНАЦИИ и управления в сложных динамических системах.

Мы с Вами рассматриваем уровень IIIа, на котором реализуем первый СЕНСО-МОТОРНЫЙ (по Ж. ПИАЖЕ [56]) этап развития интеллекта человека. Для воплощения сенсо-моторной координации в "железе", естественно, выполнить все звенья сложной технической системы на единых принципах обработки информации и желательно иметь единую элементную и конструктивную базу для всех звеньев рефлекторной цепочки, от рецепторов через "мозг" до исполнительных органов или двигателей.

Сенсорные звенья по восприятию и распознаванию мы апробировали на примере распознающего автомата технической диагностики (первый параграф настоящего занятия). Звено реципрокного управления парой двигателей-антагонистов мы отработали на примерах применения нейрокомпьютеров "ЭМБРИОН-3" и "ЭМБРИОН-4" (второй параграф).

Теперь рассмотрим применение НК "ЭМБРИОН" в задачах управления многосуставными очувствленными промышленными роботами и пример более сложной технической системы, в которой взаимодействуют уже два противоположно-направленных рефлекторных акта: "пищевой" рефлекс и "болевой" рефлекс в мобильном беспилотном роботе "КРАБ", снабженным органом зрения и имеющим тактильные датчики прикосновения на корпусе и на схвате "руки"- манимулятора. Такая система решает задачу интерсенсорного переноса "глаз"-"рука" и может автоматически решать довольно сложные задачи в недоступных и опасных для человека местах.

Нейрокомпьютер является эффективным средством решения задачи расширения областей применения и повышения надежности работы роботов в неформальных, случайных средах или производственных условиях.

9.3.1. Нейрокомпьютер "ПОИСК-1" в адаптивном промышленном роботе "УНИБЕРСАЛ-5А"

Представьте себе на стекольном заводе карусельную плавильную печь (Рис.9.10), в которой изготавливают стеклянные параболические зеркала.

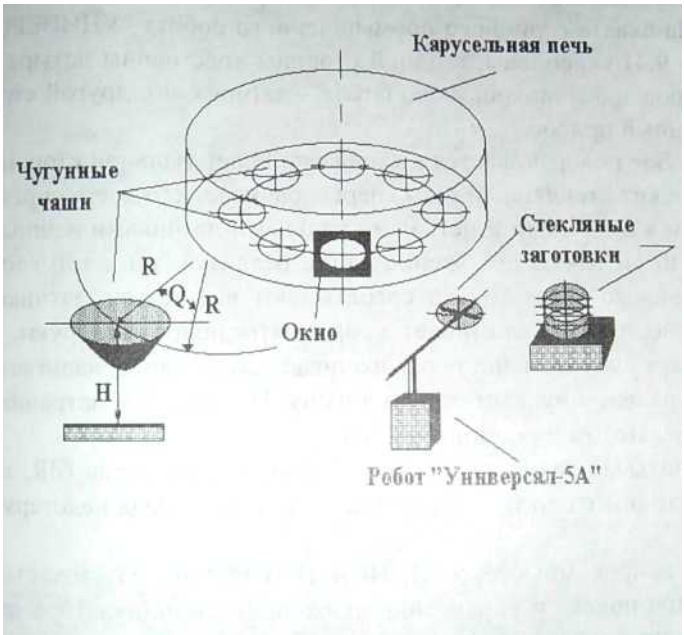


Рис. 9.10. Карусельная печь с адаптивным промышленным роботом «Универсал-5А»

Перед нами стоит задача заменить роботом человека-оператора. В настоящее время оператор через окно в течении 5 секунд ВИЗУАЛЬНО определяет положение чаши (R,Q,H) в окне, берет со стеллажа с помощью вакуумного присоса, укрепленного на штанге, один стеклянный диск и плавно просовывает его в окно печи и опускает в

чугунную чашу, нагретую до 1300 градусов по Цельсию. Печь делает поворот на угол Q и цикл повторяется. В таких тяжелых условиях оператор работает полную смену.

Учитывая сложность создания зрительного канала восприятия, измерения и пересчета координат в условиях высокой температуры, мы применили нейрокомпьютер "ПОИСК-1" (Фото 2 во введении), аппаратно реализованный на базе идеологии НК "ЭМБРИОН", в задаче адаптивной сборки при помощи ТАКТИЛЬНОЙ (осязательной) обратной связи о положении чаши на карусели печи.

На схвате серийного промышленного робота "УНИВЕРСАЛ-5" (Фото 9.4) укреплены, с одной стороны крестовины четыре термоизолированных микровыключателя - датчика, а с другой стороны - вакуумный присос.

Робот поворачивается к стеллажу, берет тыльной стороной "ладони руки" стеклянный диск, переворачивает его вверх, просовывает руку в окно печи и четырьмя пальцами-датчиками начинает НАОЩУПЬ ИСКАТЬ положение чаши, реализуя "пищевой глотательный рефлекс". Как только срабатывают все четыре датчика одновременно, робот запоминает координаты положения руки, быстро вынимает руку из печи, переворачивает стекло вниз, вдвигает руку в печь и плавно опускает стекло в чашу. На это робот затрачивает 3-4 секунды. Потом цикл повторяется.

Учитывая технологические разбросы параметров (dR, dQ, dH) мы исходим из того, что окружающая робот среда недетерминирована.

В нейрокомпьютере "ПОИСК-1" используется стохастический алгоритм поиска и управления движениями манипулятора по принципу случайного выбора без возвращения и спуска по градиенту в воронку. Из магазина элементарных двигательных шагов-квантов: вверх-вправо-вниз, вверх-вперед-вниз, вверх-назад-вниз, вверх-влево, вниз, вперед-вниз, назад-вниз и т.д. случайно выбирается элементарная двух- или трехшаговая цепочка

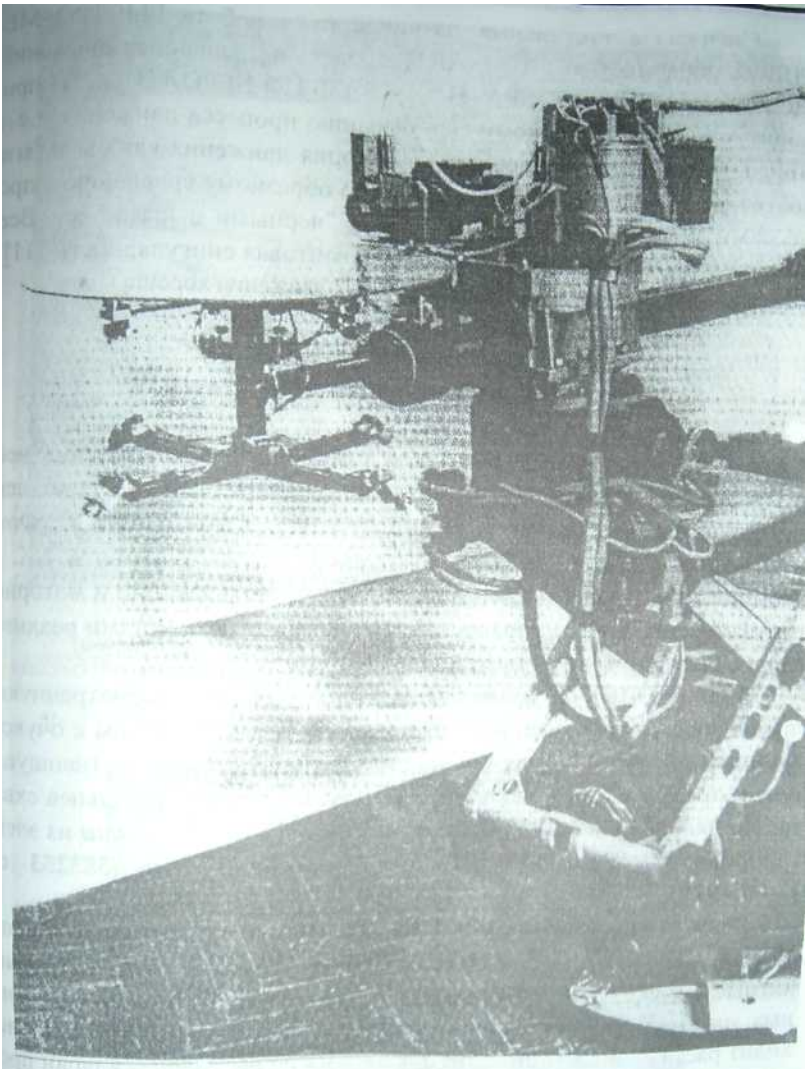


Фото 9.4. Очувствленный адаптивный промышленный робот "УНИВЕРСАЛ-5А"

ЗУЛЬТАТА или один из вариантов формирования и воплощения АКЦЕПТОРА ДЕЙСТВИЯ и функциональной системе.

Как видно Рис.8.1 по своей структуре очень напоминает архитектонику функциональной системы П.АНОХИНА (Рис. 1.1). И не удивительно, что отдельные авторы пытаются объединить информационную теорию эмоций П.СИМОНОВА с теорией функциональной системы П.АНОХИНА. Например, Г.КОСИЦКИЙ предлагает такой алгоритм их объединения:

$$СН = Ц\ (Ин * Ен * Вн - Ис * Ее * Вс), \qquad (8.2)$$

где СН - степень напряжения,

Ц - цель, результат афферентного синтеза,

И,Е,В - информация, энергия, время необходимые (н) и существующие (с).

На Рис.8.2. показано взаимодействие нейрофизиологических мозговых структур в актах формирования и реализации эмоциональных поведенческих реакций.

Рис. 8.2. Мозговые структуры, участвующие в формировании эмоциональных поведенческих актов.

Сигналы с тактильных датчиков руки робота БЫСТРО МЕНЯЮТ образ на СМ и СУЖАЮТ область разрешенных движений ПОЛОЖИТЕЛЬНАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ ПО ВЕРОЯТНОСТИ при-водит к экспотенциальному схлопыванию процесса движения, т.е. к БЫСТРОМУ его завершению. Траектория движения как бы затяги-вается в "черную дыру" - аттрактор, по образному сравнению с про-цессами поглощения материи и света "черными дырами" во Вселенной (Об этом смотри мою книгу "Квантовая сингулярность"[11])

В отснятом кинофильме динамика этих движений хорошо видна.

9.3.2. Нейрокомпьютер "ПОИСК-2" в адаптивном роботе "Р-2 "

Следующий шаг в развитии идеи комплексного применения нейронных сетей в роботах - это создание универсального очувствленного робота "Р-2" (Фото 9.5) с искусственными мышцами (Фото 9.6), управляемыми потоками импульсов от мотонейронов НК. В этом роботе процессы сенсорной обработки информации и моторного (исполнительного) управления мышцами-антагонистами реализованы с использованием идеологии НК "ЭМБРИОН".

Блок "ПОИСК-2" решает задачу аналогичную, рассмотренную в предыдущем параграфе, но управляет двухпалым схватом с очувствленными пальцами, имеющими свой привод. Это слепой (наошупь) поиск предмета для захвата, ориентация кисти руки и пальцев схвата. На пальцах схвата установлены оригинальные *датчики* из элек тропроводной резины (Цыганков, Борисов АС № 583253 от **13.08.1975).**

Реципрокный сжиматель НК посылает на каждую пару мышц-антагонистов ЧЕТЫРЕ ИМПУЛЬСНЫХ ПОТОКА на электромагнитные впускные и выпускные клапаны пневматических сильф ных мышц. Пропорционально частоте на впускном клапане происходит растяжение мышцы. В то же время на выпускной клапан противоположной мышцы-антагониста идет другой поток электрических импульсов на сжатие (Фото 9.7).

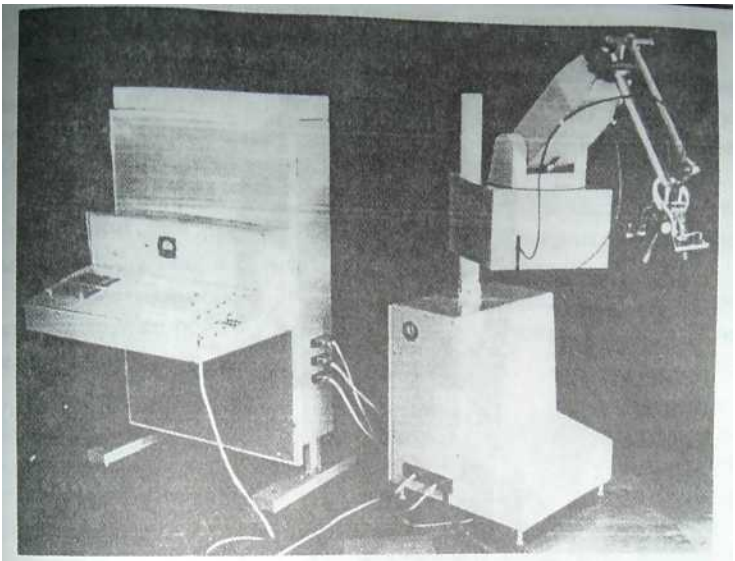


Фото 9.5. Очувствленный адаптивный робот "Р – 2" с искусственными мышцами

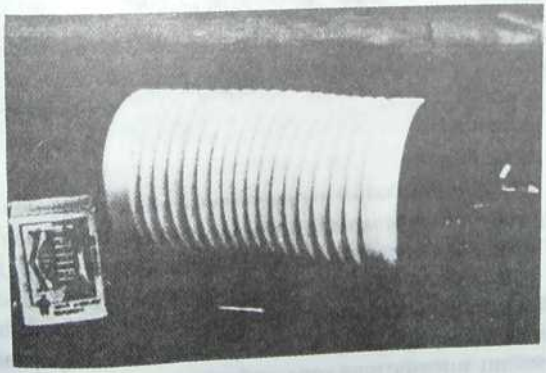


Фото 9.6. Искусственная мышца-сильфон робота "Р – 2"

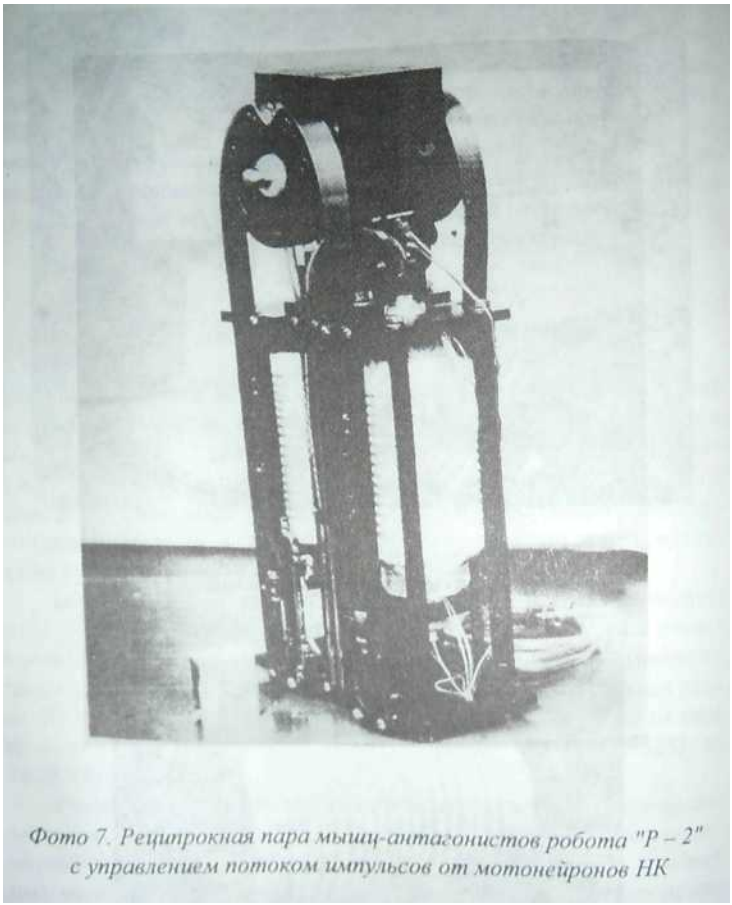


Фото 7. Реципрокная пара мышц-антагонистов робота "Р – 2" с управлением потоком импульсов от мотонейронов НК

Управляя одновременно четырьмя лотками импульсов, можно очень плавно (или речко) в СЛЕДЯЩЕМ РЕЖИМЕ управлять движиииями мьппц пневматического робота, т.е. углами суставов. Че-

тыре потока - это как вожжи у хорошего наездника коня или клавиши у органиста-виртуоза, исполнителя мелодии на органе!

Робот "Р-2" выполняет сложные операции: поиск неориентированной детали, ориентация схвата, сборка узла, поиск и взятие пульверизатора, покраска по криволинейной траектории по программе, съем технологических приспособлений.

Робот с нейрокомпьютерным управлением может применяться в гальванических производствах, во многих вредных, взрывоопасных производствах и технологических процессах.

Кинематика робота "Р-2" - это перевернутая часть предплечья пятипалой руки робота "Р-1" (Фото 9.8), имеющего 27 степеней подвижности и размер человеческой руки.

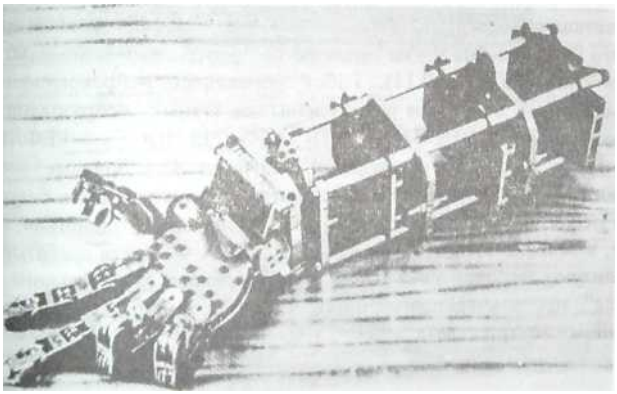


Фото 9.Н. Пятипалая рука робота "Р - 1"

Каждая степень или сустав имеет пару мышц-антагомистов, сильфонных пневмодвигатслей.

Проблема управления динамическим объектом с переменной массой или моментом и имеющая 27 степеней подвижности, т.е. рукой человека - это действительно достойная возможностям НК ""ЭМБРИОН" задача!

Но ее решение еще нас с Вами ожидает в будущем. У автора настоящих занятий имеется видеофильм, демонстрирующий работу робота "Р-2" и динамику его движений.

9.3.3. Нейрокомпьютер в мобильном роботе "КРАБ"

Идеальной сверхзадачей для полного использования возможностей НК "ЭМБРИОН" может быть его применение в БЕСПИЛОТНОМ АВТОНОМНОМ МОБИЛЬНОМ РОБОТЕ типа "Марсоход" или любого подвижного робота типа "Автоход".

В рамках излагаемой концепции нейрокомпьютера автором с сотрудниками разработан и изготовлен мобильный робот "Краб" - двухколесная тележка с установленным на ней тактильно-очувствленным схватом с независимым приводом и органом зрения (Фото 9). Корпус тележки имеет по контуру установленные датчики прикосновения (Рис.9.11). Робот управлялся нейрокомпьютером "ЭМБРИОН", в котором реализованы все этапы преобразования информации: НЕРАВНОВЕСНОСТЬ -> ПОТРЕБНОСТЬ -> РЕФЛЕКС.

Внешняя среда S разделена на две части: Sб - "болевые" воздействия (они реализуются при касании к корпусу, вызывая безусловной рефлекс "уход от боли") и Sп - "пищевые" воздействия, которые, в зависимости от того, какие из датчиков схвата срабатывают, реализуют цепочку движений типа "пищевого глотательного рефлекса", проталкивающего "пищу"- предмет к датчику П, расположенному внутри схвата.

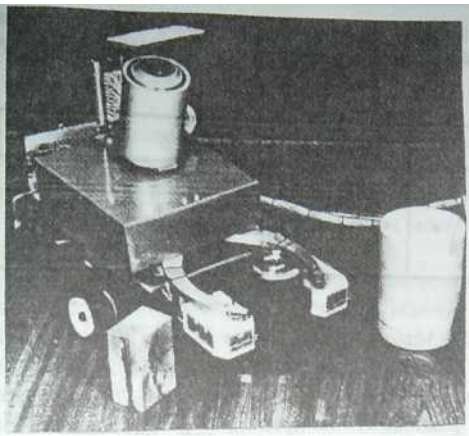


Фото 9.9. Макет мобильного беспилотного робота "КРАБ-1" с управлением от НК

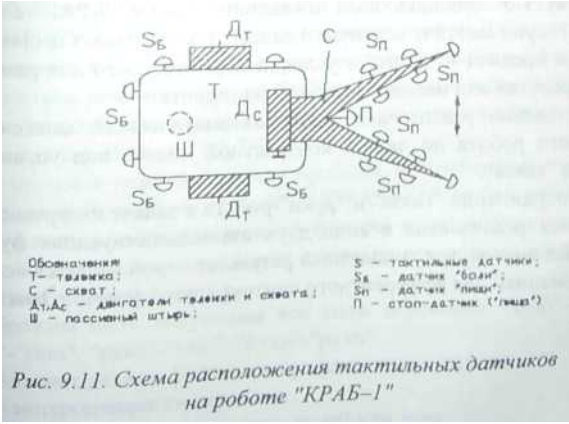


Рис. 9.11. Схема расположения тактильных датчиков на роботе "КРАБ–1"

При невязке J не равной нулю возбуждаются случайные блуж-дания путем выбора из магазина примитивов движений (Рис.9.12).

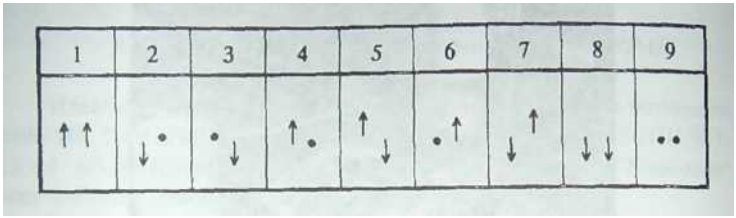


Рис. 9.12. Магазин примитивов движений робота "КРАБ-1"

Из них строится цепочка - траектория движения, зависящая от наличия и расположения препятствий и "пищи" в среде, которая приводит к ЦЕЛИ - касанию датчика П и останову движения. При одновременном касании болевого и пищевого датчиков ДОМИНИ-РУЕТ "болевой рефлекс", прерывая пищевую деятельности 18].

Имеющийся у автора кинофильм "КРАБ" убедительно свидетельствует о "живоподобном поведении" робота. "КРАБ" в течение 10-15 секунд находит вслепую и наощупь захватывает неориентированный предмет - "пищу" в условии ограниченного для разворотов пространства или находит выход из лабиринта.

Отдельно реализована задача автоматического движения мобильного робота по любой контрастной полосе под управлением только "глаза".

Координация "глаза" и "руки" робота в задаче интерсеисорного переноса реализована в виде двух взаимодействующих функциональных систем, когда полезный результат одной является исходной информацией для афферентного синтеза другой (смотри Занятие 1).

9.3.4 "ЭМБРИОН-5 " в задаче интерсенсорного переноса "ГЛАЗ"- "РУКА"

Взаимодействие анализаторов различных модальностей является одной из основных функций мозга животного и робота. Поэтому, техническое моделирование интерсенсорного переноса - необходимый этап в процессе познания принципов работы мозга и разработки его моделей в виде НК.

На основе НК "ЭМБРИОН-2" был разработан и испытан вариант автомата "ЭМБРИОН-5", решающий задачу зрительно-гаптического или гаптико-зрительного переноса, т.е. моделирующего взаимодействия двух анализаторов - "глаза" и "руки" [46].

Формулировка задачи

Автомату предъявляется для ознакомления, зрительного или гаптического (наощупь рукой), объемная фигура из трех классов (шары, цилиндры, параллелепипеды и кубы). Дается указание роботу "ЗАПОМНИТЬ" класс, размеры фигуры и последовательность, в которой образуются оперативные единицы восприятия [57], а затем "НАЙТИ" ("УЗНАТЬ") тем или иным анализатором (задается экспериментатором) эту же фигуру среди множества тест-объектов и указать ее класс, или, если фигура того же класса, но размеры ее отличаются, то сообщить, что это другая фигура того же класса. В противном случае, сказать "НЕ ТО".

В процессе экзамена, между пробами, по требованию экспериментатора, робот может "рукой" "ПОКАЗАТЬ" любой размер или совокупность размеров эталонной фигуры в той последовательности, в которой шло запоминание оперативных единиц восприятия при ознакомлении-обучении.

Должны быть допустимы все виды переносов: "глаз"-"рука", "глаз"-"глаз", "рука"-"глаз", "рука"-"рука".

Автомат должен фактически решать четыре задачи:

- интерсенсорного переноса,
- классификации в пределах одной или двух модальностей,

- подражания или воспроизведение жестом последовательности размеров тест-объектов в порядке их запоминания, а также
- выдача по требованию нужного размера (своего рода язык глухонемых).

Алгоритм модели

Модель интерсенсорного переноса представляет собой типичную "наследственную" ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ СИСТЕМУ П.К. АНОХИНА, т.е. модель инстинктивного поведенческого акта. Алгоритм модели содержит все обязательные компоненты функциональной системы и имеет ту же структуру их взаимодействия (Рис.9.13).

Здесь ДВЕ последовательно иерархически взаимодействующие функциональные системы, "полезный результат" одной из которых служит компонентой афферентного синтеза для другой.

Модель работает в режиме последовательного использования оборудования нейрокомпьютера (обведен пунктиром на Рис.9.14) при обучении и при экзамене.

Взаимодействие робота с экспериментатором осуществляется через пульт оператора путем "разговора" следующего вида:

ЭКСПЕРИМЕНТАТОР: "РЕШИ ЗАДАЧУ" (запомни и узнай фигуру),

РОБОТ: "ОБУЧИ","ДАЙ ПОСМОТРЕТЬ, ПОТРОГАТЬ ФИГУРУ", "ГОТОВ К ЭКЗАМЕНУ!",

ЭКСПЕРИМЕНТАТОР: "ЭКЗАМЕН",

РОБОТ: "ПРЕДЪЯВИ ФИГУРУ", "УКАЖИ ТИП ПЕРЕНОСА", "УЗНАЛ ШАР, ЦИЛИНДР, ПАРАЛЛЕПИПЕД КУБ" "ДРУГОЙ ШАР ...","НЕ ТО",

ЭКСПЕРИМЕНТАТОР: "ПОКАЖИ 1 и 3 РАЗМЕР", "ПОКАЖИ, КАКИХ РАЗМЕРОВ ИЩЕШЬ И КАКУЮ ФИГУРУ".'

РОБОТ: совершает движения пальцами руки.

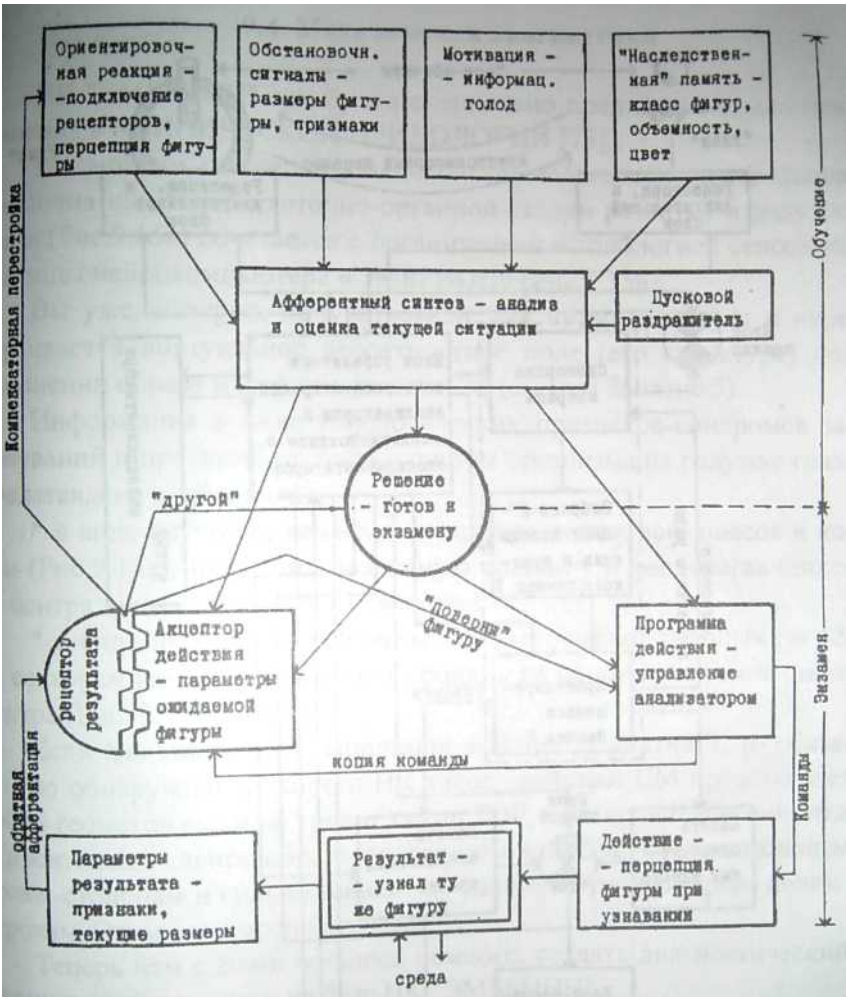


Рис. 9.13. Алгоритм модели "ГЛАЗ" – "РУКА"

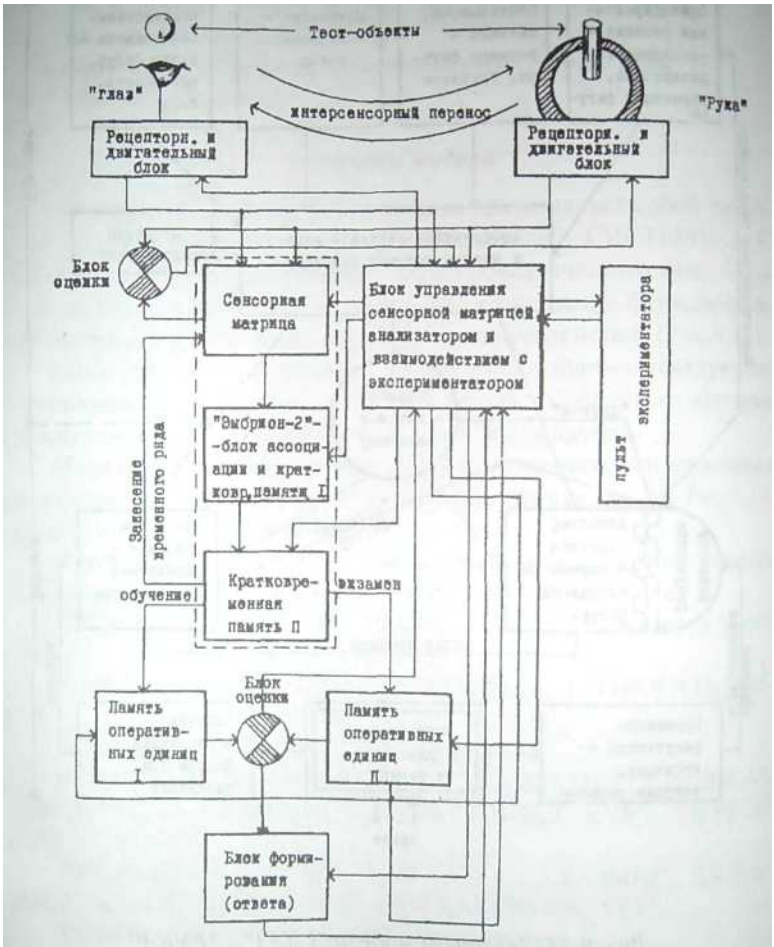


Рис. 9.14. Функциональная схема модели интерсенсорного переноса

9.4. Медицинская диагностика

НК "ЭМБРИОН" как будто специально предназначен для применения в КЛИНИЧЕСКОЙ ИРИДОЛОГИИ [73].

Рассмотрим как топическое сходство человеческого зародыша-эмбриона на ранней клеточно-органной стадии развития и радужки глаза (Рис.9.15а) сочетается с организацией и топологией сенсорной матрицы нейрокомпьютера «ЭМБРИОН» (Рис.9.15в).

Вы уже, наверно, почувствовали, как чутко реагирует и перестраивается виртуальное вероятностное поле (его структура) при изменении образа и информации на СМ (смотри Занятие 5).

Информация в виде топологических признаков-синдромов заболеваний и проекций органов и систем организма на радужке глаза представлена в двух видах:

* в виде круговых важнейших проекционных зон, поясов и колец (Рис.9.15а), имеющих различную толщину и располагающихся от центра зрачка к периферии радужки;

* в виде иридотопографических знаков, расположенных по 12-ти секторам как бы часового циферблата, на различном удалении от центра (Рис. 9.16).

Если Вы тщательно выполнили задание 1 занятия 3, то обязательно обнаружили у нашего НК такое свойство: СМ представляет собой геометрически на уровне групп ТОР, а реакция R инвариантна относительно сдвига образа по горизонтали СМ, по рецептивным полям-столбцам и сильно зависит от сдвига по рецептивным полям-строкам. Этим мы и воспользуемся.

Теперь нам с Вами осталось немного, создать диагностический медицинский комплекс на базе НК "ЭМБРИОН".

В России в настоящее время уже созданы автоматизированные иридологическис комплексы (например, "АИК-01", разработанный в ГНТЦ "Контакт" [73]) с использованием персональных компьютеров (ПК) и оптико-электронных преобразователей изображений. Наша с Вами задача - максимально использовать возможности НК "ЭМБРИОН" для повышения эффективности обработки диагностической информации в клинических условиях.

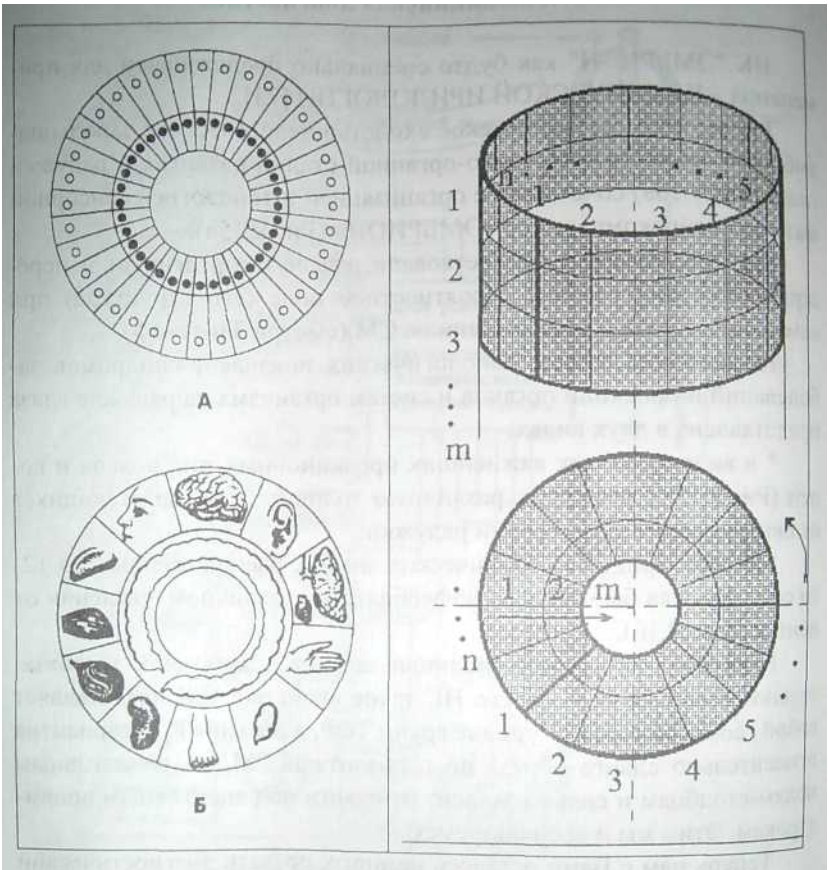


Рис. 9.15. Топология гаструлы (А), радужки (Б) и сенсорной матрицы (СМ) нейрокомпьютера

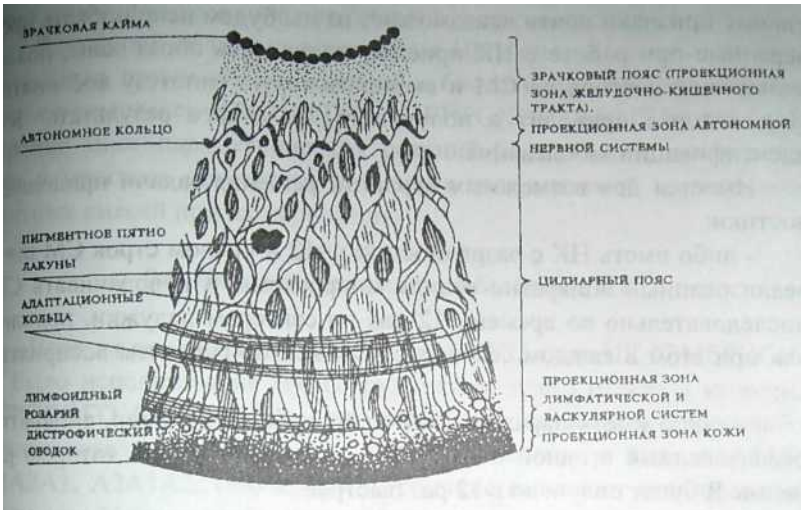


Рис. 9.16. Проекционные зоны

ИРИДОТОПОГРАФИЯ

Рис. 9.17. Иридотопографические знаки

Так как формализовать изображение радужки и его информативные признаки почти невозможно, то мы будем использовать проверенные при работе с НК приемы: кодировать образ зоны, пояса, кольца или сектора на СМ и выбирать такую гипотезу восприятия {U}, которая приводит к получению "полезного результата" R - идентификации заболевания.

Имеется два возможных варианта решения задачи иридодиагностики:

- либо иметь НК с разрядностью n=12 и числом строк СМ m=6, реализованный аппаратно в виде микросхемы и поворачивать СМ последовательно во времени 12 раз по секторам радужки, подключая при этом в каждом секторе СВОЙ вектор гипотезы восприятия Uj;
- либо иметь параллельный нейросуперкомпьютер, аппаратно реализованный в одной СБИС 12-ти секторный НК, в котором решение R будет получено в 12 раз быстрее.

Выбор конкретного варианта будет зависеть от требований технического задания и решения Главного конструктора диагностического комплекса. У нас сейчас нет возможности углубляться и обсуждать эту интереснейшую проблему в рамках настоящего занятия и я приглашаю заинтересованных к будущим совместным работам.

9.5. Биотехнология и экология

Биотехнология - это целая индустрия, основанная на новейших технологиях, область, где успешно могут быть применены НК.

НК может найти применение при создании автономного передвижного средства мониторинга экологически загрязненного района, исключающего возможность нахождения там человека. Как отмечает эколог академик В.Н.ГОЛУБЕВ, особое место среди новых проблем биотехнологии и экологии занимает проблема оценки качества состояния здоровья человека, как ИНДИКАТОРА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КЛИМАТА окружающей среды. НК может быть реализован в качестве портативного прибора или экспресс-монитора для Дифференциальной и интегральной регистрации физиологического,

эмоционального и психологического состояния индивида (смотри мою книгу «Психотронное оружие и безопасность России» [7])

Еще одной областью применения НК в биотехнологии является разработка принципа, технологии и биотехнологического обучающегося комплекса "БИОДАТЧИК-НЕЙРОКОМПЬЮТЕР" для регистрации многопараметрических реакций биодатчиков, интерпретации и прогноза результата R анализа тест-системой многокомпонентных смесей при их испытаниях.

9.6. Игровые автоматы и бытовые НК

Первым применением созданного в 1975 году НК "ЭМБРИОН-1" было использование его сотрудниками моего отдела в качестве ИГРОВОГО АВТОМАТА. Двое играющих задумывали какую-либо последовательность альтернатив такого, например, вида A1A1A2, A2A2A1, A2A1A2. Поочередно играющие посылают сканирующие импульсы N (занятие 4). Кто раньше получит свое слово, тот и выигрывает.

Можно загадывать суммы чисел, если номерам разрядов НК присвоить вес в виде числа. Можно придумать множество "ЛОТОТРОНОВ" и других БЫТОВЫХ НК и автоматов типа "РУЛЕТКА" на базе НК "ЭМБРИОН", выполнить их в виде игрушки и торговать ними в магазинах, как японцы торгуют игрушками «ТАМАГУЧИ».

9.7. **Коллектив "ЭМБРИОНОВ"**

Как правило, в Вашем персональном компьютере (ПК) имеется МОДЕМ и Вы можете устанавливать связь с любыми абонентами ПК на Вашей фирме, в Вашем городе или даже в другой стране.

Доработайте программу эмулятора НК (листинг 3.1) таким образом, чтобы образ на сенсорной матрице можно было бы записывать с модема, с другого ПК, а выходные реакции НК с выхода мотонейронов {Yc} {Yr} или с реципрокного сжимателя R выводить на модем для передачи на другой ПК. Учитывая то, что мы приняли Равную разрядность входных и выходных слов НК "ЭМБРИОН , то

можно объединять НК в цепочки и группы, образовывать коллективы НК для решения интеллектуальных, более сложных задач.

Одной из таких задач может быть задача параллельного управления 27-степенным роботом "Р-1 "(параграф 9.3.2 настоящего занятия).

Другой задачей может быть создание системы управления "Марсоходом".

Для тех, кто задумал исследовать организацию и функционироание ИНТЕЛЛЕКТА одновременно на многих уровнях, предлагается реализовать такой гигантский ВСЕЗЕМНОИ МОЗГ в виде коллектива "ЭМБРИОНОВ", изображенного на Рис.9.18.

Здесь нас с Вами ждут чудеса и открытия более значительные, чем анимация и виртуальная реальность.

9.8. Задание

/. Предлагаю Вам совместно с автором приняться за любую конкретную разработку в любой из 7 рассмотренных областей применения НК..

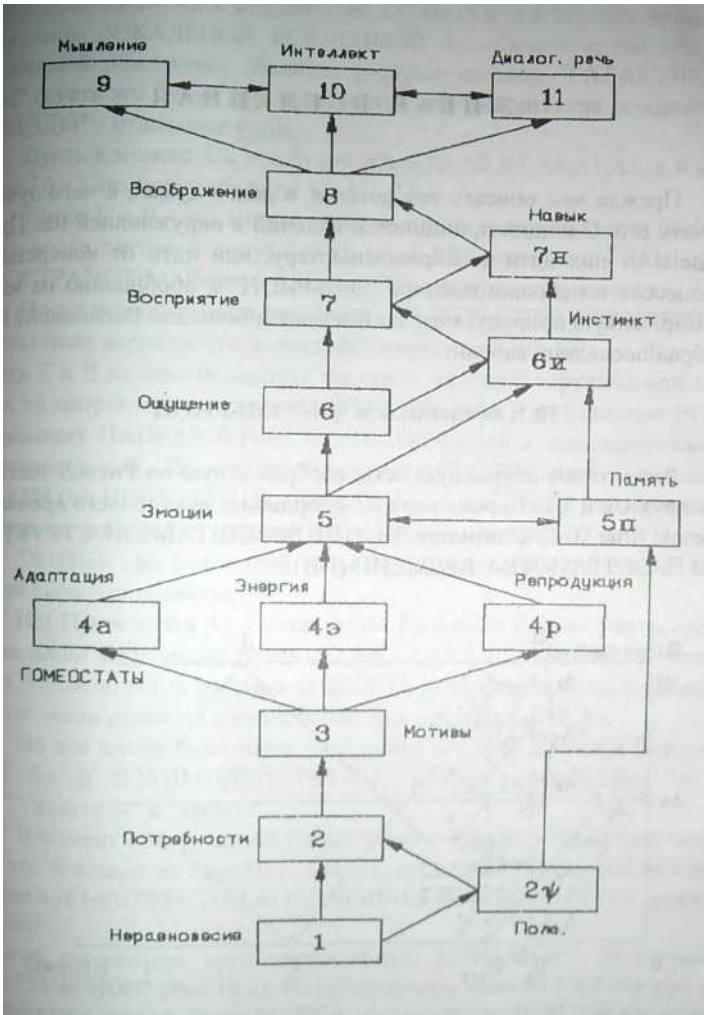


Рис. 9.18. Коллектив взаимодействующих нейрокомпьютеров "ЭМБРИОН"

10. ЖИВАЯ ВСЕЛЕННАЯ

Прежде чем описать это занятие, я долго думал, с чего лучше начать его. С общих принципов и явлений в окружающей нас Природе и от них идти к нейрокомпьютеру, или идти от конкретных процессов в нейрокомпьютере "ЭМБРИОН" к обобщению на микромир, живую природу, мозг до Космоса и Большой Вселенной? И я избрал последний вариант.

10.1. Вселенные в НК "ЭМБРИОН"

Рассмотрим нейронную сеть, изображенную на Рис.4.5 занятия 4 в двух Uk и Uk+I временных (U-координата внутреннего времени) срезах (Рис. 10.1) с позиции КРУПНОМАСШТАБНОЙ СТРУКТУРЫ ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ (ПВ).

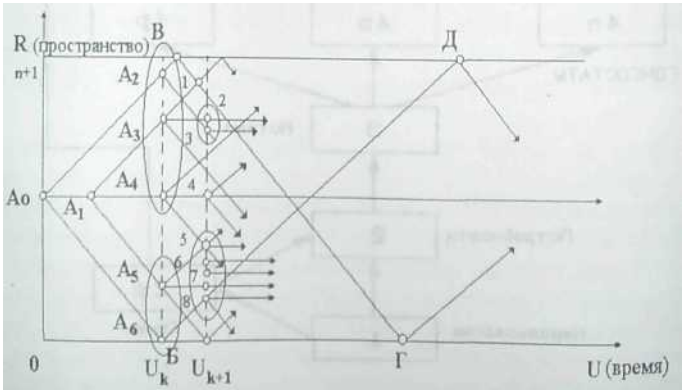


Рис. 10.1. "Большой Взрыв" и образование "галактик" и "звезд" в нейрокомпьютере

Пусть точка Ao - момент U=0 БОЛЬШОГО ВЗРЫВА, момент рождения ЛОКАЛЬНОЙ ВСЕЛЕННОЙ Ao. Спустя время Uk во Вселенной рождаются объекты, которые назовем "ГАЛАКТИКА-МИ" (пусть это будут группы кодов), а внутри галактик рождаются "ЗВЕЗДЫ" - отдельные коды.

Пусть в момент Uk это будут объекты A2,A3,A4,A5,A6, а в момент Uk+1 это будут объекты 1,2,3,...,7,8.

Точки Б и В - это мировые точки пространства-времени (события), когда световой конус (лучи АБ и АВ) достигают ГРАНИЦЫ ПРОСТРАНСТВА. Внизу - это нуль "О", а вверху - это линия п+1.

После этого момента начинается ВНУТРЕННЕЕ ОТРАЖЕНИЕ волны поля вероятности и интерференция волн ВГ, БД, ... Так как точки Б и В не одномоментны, не лежат на одной вертикальной линии, то направление отражения БД ОПЕРЕЖАЕТ направление ВГ и навязывает НАПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ поля в цилиндрическом пространстве R. При этом образуются ИНЕРЦИОНЫ - полевые ВИХРИ (по ШИЛОВУ [1]), точки 1,2,3,...,7,8, которые размножаются, живут, поглощают соседей и рождают новые вихри (Рис.0.1).

"ЖИЗНЬ" во Вселенной начинает бурлить, рождая новые все более сложные объекты.

Но! Пусть точка A1 - новая точка Большого Взрыва уже второй локальной Вселенной. Пусть A2,A3,A4,A5,A6 - целая серия Больших Взрывов, когда рождаются ШЕСТЬ новых Вселенных с такими же законами развития и свойствами, как и у Вселенной Ao.

Но эти шесть Вселенных уже живут в одной Большой Вселенной Ao и ВЗАИМОДЕЙСТВУЮТ, рождая новые свои "миры","галактики" и "звезды".

В момент U=0 точка Ao может лежать и выше, и ниже того места, что показано на Рис. 10.1. Значит, изначально мы имеем потенциальное МНОЖЕСТВО п+1 БОЛЬШИХ ВСЕЛЕННЫХ (на уровне групп).

Теперь рассмотрим крупномасштабную ДИНАМИКУ Вселенной НК "ЭМБРИОН" (Рис. 10.2). Из предыдущих занятий 3,4,5 мы уже с Вами знаем, что основная МАССА материи поля (NS*U) во времени Живет" и напоминает по форме сигарообразное тело с характерны-ми ФАЗАМИ:

Ao - СИНГУЛЯРНОСТЬ НАЧАЛЬНАЯ, фаза рождения(11=0) Вселенной,
[- фаза РАСШИРЕНИЯ Вселенной (0<U<=n), II - фаза СТАБИЛИЗАЦИИ (n<U<3n), III- фаза СЖАТИЯ или концентрации(3n<U<10n), Aoo-СИНГУЛЯРНОСТЬ КОНЕЧНАЯ или атрактор (U--> oo), IY - фаза РЕИНКАРНАЦИИ (U=Umax), фаза с нулевым вре-менем (или обратным его направлением).

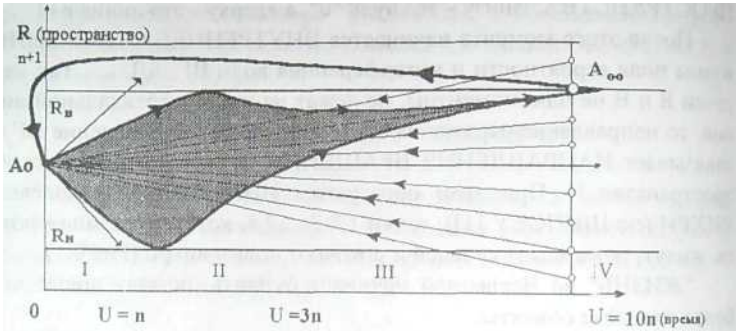


Рис. 10.2. Три характерные фазы жизни Вселенной НК

Стрелками из точек пространства при U=Umax=10n обозначены пути ЗАМЫКАНИЯ ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ с начальной сингулярностью.

На диаграмме "пространство-время" (Рис. 10.3) рассмотрим СВЕТОВЫЕ КОНУСЫ 1,2,3,4,5 в различных местах Вселенной.

В конусе 1 все события лежащие справа от момента U=0 БУДУЩИЕ. С помощью световых конусов мы можем определять ГОРИЗОНТЫ СОБЫТИЙ.

В малый круг конуса 2 могут попасть и повлиять на настоящее и будущее события не только ему принадлежащие, но и часть событий из большого конуса 1 (показан пример стрелкой). Для НАСТОЯЩЕГО (Uн) события Б конусы 1,2 и 3 - это ПРОШЛЫЕ собы-

тия. На течение события Б влияют конус 1 и конус 2, взаимодействуя с событиями конуса 3 (три стрелки идут к Б). Для события Б конусы 4,5 - это БУДУЩИЕ события и т.д.

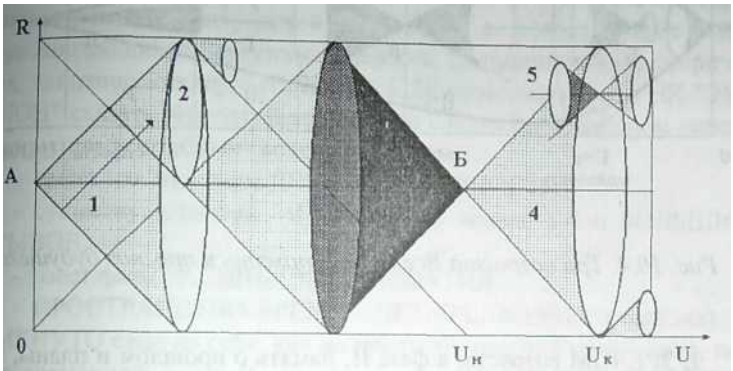


Рис. 10.3. Световые конусы во Вселенной

Изобразим теперь конусы для ТРЕХ характерных ФАЗ ЖИЗНИ Вселенной НК "ЭМБРИОН", но границами конусов теперь будет не предельная скорость "света" (dR/dU=l), а 90% наличие МАССЫ ВЕЩЕСТВА в поле (Рис. 10.4). Это три возраста Вселенной, ее памяти и прогноза развития.

На первой стадии I, в МОЛОДОСТИ, ПАМЯТИ о прошлом еще НЕТ. Вся ЖИЗНЬ В БУДУЩЕМ (КОНУС 1). Затем появляется небольшой опыт жизни, но еще есть огромный выбор возможных состояний в будущем, энергия и масса распределены по огромному пространству. Система подвижна, реактивна (конус 2).

Рис. 10.4. Три возраста Вселенной, память и прогноз будущего

В ЗРЕЛОМ возрасте, в фазе II, память о прошлом и планы, возможности в будущем уравновешены (конусы 3 и 4).

К СТАРОСТИ, в фазе III, основная масса поля в ПРОШЛОМ, вся информация и память о прошлом в узких конусах, а ПРОГНОЗ и вариации поведения в будущем ОГРАНИЧЕНЫ очень малым, узким раствором конуса 7. Вся масса-энергия будущего сосредоточены в острие конуса будущего, в СИНГУЛЯРНОСТИ 2 (Рис. 0.1).

Теперь понятно из нашей обычной повседневной жизни, почему в молодости дети такие подвижны, деятельны и недальновидны, не скованы прошлым опытом и не думают о последствиях. Они легко меняют планы, цели своего действия. В зрелые годы люди обычно соизмеряют свои планы, интересы, возможности с накопленным жизненным опытом. Память о прошлом и планы на будущее имеют примерно одинаковую дальнобойность или проникновение. Смена цели и деятельности происходят со средней скоростью. К старости в будущем мало выбора. Вся жизнь в прошлом, в воспоминаниях. В старости резкая смена деятельности невозможна, СИСТЕМА ИНЕРЦИОННА, КОНСЕРВАТИВНА. Старики связаны по рукам и по ногам НЕИЗБЕЖНЫМ БУДУЩИМ - аттрактором, к которому их

тянут неумолимо собственные ВНУТРЕННИЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЧАСЫ (U).

И последние несколько слов о Вселенной НК "ЭМБРИОН".

Многочисленные дискуссии об открытости или замкнутости нашей Большой Вселенной, о ее конечности или бесконечности, о наличии в ней сингулярностей и границ и т.д.; всевозможные модели расширяющихся Вселенных, плоских, цилиндрических, сферических, элиптических, пульсирующих [58], позволяют мне о НК "ЭМБРИОН" сказать, что это Вселенная со следующим набором основных крупномасштабных свойств структуры:

- имеет как минимум ДВЕ СИНГУЛЯРНОСТИ,
- существует внутри МНОЖЕСТВО локальных и БОЛЬШИХ ВЗРЫВОВ,
- имеет фазы РАСШИРЕНИЯ и СЖАТИЯ,
- ПРОСТРАНСТВО-ВРЕМЯ ЧЕТЫРЕХМЕРНО (аксиома) И ЗАМКНУТО само на себя, как по пространственной координате, так и по временной, через Вселенную течет ПОТОК (NS) МАТЕРИИ (ВЕЩЕСТВА),
- Вселенная ПУЛЬСИРУЕТ между сингулярностями с перио дом Тж, т.е. "живет" до тех пор, пока существует поток материи (NS»1).

Математические доказательства в виде вывода и решения УРАВНЕНИЙ ВИРТУАЛЬНОГО ПОЛЯ НК "ЭМБРИОН" мы отложим до следующего цикла занятий.

10.2. Вселенные вокруг нас

Перенесемся от нейрокомпьютера во внешний окружающий нас мир и посмотрим, как протекают ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ во многих СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ Природы. Мы всюду видим множество примеров рождения и гибели многих ЛОКАЛЬНЫХ ВСЕЛЕННЫХ.

Возьмем химическую физику. Многие ЦЕПНЫЕ РЕАКЦИИ, например, взрыва [59], реакции Белоусова-Жаботинского, описанные в синергетике [48], растворение кристаллика соли и многие другие Реакции протекают через характерные ТРИ ФАЗЫ: развития -

- стабилизации - редукции с различной силой и длительностью (скоростью) той или иной стадии. Все они начинаются с Большого Взрыва когерентной неравновесности, из определенной точки ПВ, и все заканчиваются той или иной сингулярностью.

Вы бросили камень в воду и родилась Ваша плоская Локальная Вселенная, она вначале расширяется, а затем ... погибает.

Или вот растет из точки узор в виде красивого дерева или куста из ледяных кристаллов на стекле Вашего окна в морозный день! Растет, расширяется, достигает границ своей массы, а затем тает.

В живом мире, из семени, из зародышевой клетки, как из точки сингулярности, вырастает растение, куст орешника или организм в виде пчелы или человека. Так же из сингулярности развивается любой орган. Например, на Рис. 10.5 представлены семь (U=7) характерных тактов времени развития такой Локальной Вселенной как МОЗГ ЧЕЛОВЕКА в онтогенезе.

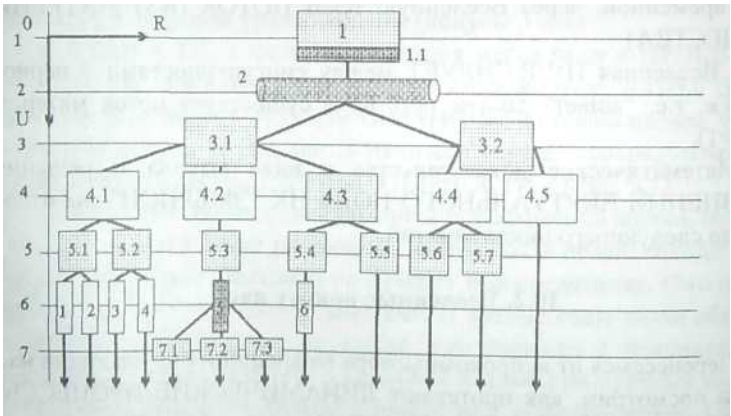


Рис. 10.5. Схема развития мозга человека в онтогенезе

На Рис. 10.5:

1. наружный зародышевый листок (эктодерма), 1.1. спинная часть,

2. нервная трубка,

3.1 головной конец, 3.2. астральная часть, 4.1. конечный мозг, 4.2. средний мозг, 4.3. ромбовидный мозг, 4.4. вегетативная нервная система, 4.5. спинной мозг,

5.1. телэнцефалон, 5.2. диэнцефалон, 5.3. мезэнцефалон, 5.4. метэнцефалон, 5.5. миелэнцефалон, 5.6. симпатическая нервная система, 5.7. парасимпатическая нервная система,

6.1. полушария мозга, 6.2. подкорковые ядра, 6.3. зрительные бугры, 6.4. подбугорье, 6.5. средний мозг, 6.6. мозжечок,

7.1. четверохолмие, 7.2. ножки мозга, 7.3. сивильев водопровод.

Точкой сингулярности является наружный зародышевый листок (эктодерма). Вселенная развивается через нервную трубку к отдельным "галактикам" и "звездам" - структурам и отделам мозга и нервной системы. Каждая структура мозга - это своя Локальная Вселенная, она живет во времени и в пространстве по своим законам, но подчиняется в своем развитии законам Большой Вселенной.

По этим же законам, через те же характерные три фазы развиваются адаптационный синдром (Г.СЕЛЬЕ [37]) и эмоциональные реакции (П.СИМОНОВ [381) у животных и человека. Об этом мы уже с Вами говорили на занятии 8).

А возьмите динамику возникновения, развития, созревания и гибели грибковых сообществ, кораллов; понаблюдайте за распространением инфекционных заболеваний и эпидемий; или проследите за тем, как распространяются слухи и сплетни в городе рожденные из точки от одного лица; а динамика возникновения и гибели отдельных государств, империй и целых цивилизаций. У всех единые законы и крупномасштабная структура в пространстве-времени.

Рассмотрим более подробно вопрос о БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ или БИОЛОГИЧЕСКИЙ БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ.

10.3. К вопросу о биологической эволюции или biological big bang - биологический большой взрыв

Мне, в контексте концепции «ЭМБРИОНА» очень импонирует известная гипотеза академика В.И.ГОЛЬДАИСКОГО и

В.А.АВЕТИСОВА об аналогии космического Большого Взрыва и Биологического Большого Взрыва. Суть ее кратко в следующем.

Как в химической физике ИЗ ФИЗИКИ МИКРОМИРА перенесены все законы, методы описания и эксперимента, так и в нейрокомпьютер необходимо перенести весь арсенал методов ИЗ ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ.

Одна из фундаментальных проблем - это СПОНТАННОЕ НАРУШЕНИЕ ЗЕРКАЛЬНОЙ СИММЕТРИИ. Это и зеркальная изомерия молекул, которые ВРАЩАЮТ ПЛОСКОСТЬ ПОЛЯРИЗАЦИИ светового луча вправо или влево, чем и проявляют наличие в стационарном решении ТОРСИОННОЙ компоненты поля инерции (ШИПОВ [1]) или свойства КИРАЛЬНОСТИ. Причем, что интересно, аминокислоты вращают плоскости поляризации влево и синтезируют кирально чистые только левые белки, а нуклеотиды и сахара - вращают плоскость вправо и синтезируют ДНК и РНК только правые. Мы имеем два неустойчивых крайних состояния, с одной стороны, чистая киральная АСИММЕТРИЯ и, с другой, - полная СИММЕТРИЯ рацематной смеси, где поровну правых и левых молекул.

Рацемат не может долго существовать как устойчивое состояние, а происходит случайно СКАЧКООБРАЗНЫЙ, БИФУРКАЦИОННЫЙ спонтанный ФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД в одно из правых или левых устойчивых состояний. Мы имеем своеобразный триггер в эволюции. Шар с возвышенности скатывается в правую (+R) или левую (-L) впадину. Случайное появление L или R состояния или свойства создает предпосылку для проявления дальнейшей эволюции системы таких молекул за счет их взаимодействия. Вершина возвышенности и есть точка сингулярности или бифуркации, точка симметричного или безразличного состояния рацематной смеси. В этой точке НЕЛЬЗЯ ПРЕДСКАЗАТЬ, как и при радиоактивности, направление дальнейшего движения системы В пей происходит РАВНОВЕРОЯТНЫЙ СЛУЧАЙНЫЙ ВЫБОР. Так и у нас в НК, если одна половина разрядов (п/2) имеет состояние пар триггеров (0/1), а другая половина (п/2) имеет пары триггеров вида (I/O), то при U=l произойдет фазовый переход в одно из двух возможных состояний (1/1) или (0/0). Мы имеем при U>I некоторое подобие

ценной реакции Н.Н.СЕМЕНОВА [53J. Вспомните работу реципрокного сжимателя (занятия 3 и 7).

В закритической области, справа от точки бифуркации, система оказывается в УСТОЙЧИВОМ состоянии. (1/1) и (0/0) - это ГОМОКИРАЛЬНЫЕ ПОЛИМЕРЫ. Их появление служит условием для роста более сложных несимметричных структур - эволюционного усложнения материи [1].

По мере усложнения структуры и функции рождается СУГУБО БИОЛОГИЧЕСКОЕ СВОЙСТВО белковой материи - способность к САМОРЕПЛИКАЦИИ, к САМОВОСПРОИЗВЕДЕНИЮ. Так вот КИРАЛЬНАЛ ЧИСТОТА порождает способность молекул к РАСПОЗНАВАНИЮ как обязательному условию в реакциях саморепликации. Этой способностью обладают ФЕРМЕНТЫ, функциональная активность которых очень сильно (в виде резонансной кривой) зависит от pH - кислотности среды.

Как в природе имеется несколько уровней сложности:

- уровень неживой природы с подуровнями,
- уровень предбиологической организации,
- уровень биохимической эволюции и т.д.,

так и в структуре нейрокомпьютера должны иметься несколько уровней организации или сложности (занятие 1).

Развитие или эволюция Вселенной как в космологическом масштабе, так и Биологической Вселенной, идет в сторону УСЛОЖНЕНИЯ по уровням.

Большой Взрыв или точка бифуркации (ее космологи называют точкой СИНГУЛЯРНОСТИ) явилась началом отсчета ВРЕМЕНИ ЖИЗНИ. В это мгновение произошло спонтанное нарушение симметрии. Поэтому, в НК в каждой точке бифуркации начинается жизнь (отсчет собственного времени) новой сложности, нового структурного образования материи или информации.

Если следовать концепции Г.ШИПОВА [1], то в точке сингулярности рождается ТОРСИОННОЕ ПОЛЕ ИНЕРЦИИ или сигарообразный ИНЕРЦИОН как корпускулярно-волновой динамический объект (организм на высших уровнях сложности). Поэтому аналогия между Большой физической Вселенной и Жизнью и их эволюцией

имеет место и требует строгого математического доказательства. И в их основе - спонтанное нарушение симметрии.

Каждый из четырех видов фундаментальных взаимодействий (электромагнитное, сильное, слабое и гравитационное) связан со своим видом симметрии и со своим специфическим набором физических, химических и биохимических свойств.

Единым "прародителем" всех этих сил является ИНЕРЦИОННОЕ ПОЛЕ КРУЧЕНИЯ - некоторое СУПЕРВЗАИМОДЕЙСТВИЕ или СУПЕРПОЛЕ в сверхплотном состоянии (физический вакуум по ШИЛОВУ).

Для нашего НК таким состоянием сингулярности является "СВЕРНУТОЕ ПОЛЕ" (Po,Sl,U,NS) в момент U=0. В ходе эволюции (U>0) "суперполе" распадается на составные части - коды, группы, R(U)-реакции реципрокного сжимателя. Спонтанное нарушение симметрии - это ПРИЧИНА эволюционного процесса. В нашем случае - это наличие НЕВЯЗКИ (J>0), а в ее СТРУКТУРЕ закодирован полный ВИД БУДУЩЕГО ДЕРЕВА ЭВОЛЮЦИИ ПСИ-ПОЛЯ (виртуального вероятностного поля или нейронной сети и динамики ее возбуждения), НОВОГО асимметричного МИРА.

Идея аналогии Биологического Большого Взрыва с физическим или космологическим Большим Взрывом была впервые высказана в 1984 году В.ГОЛЬДАНСКИМ и Л.МОРОЗОВЫМ, а я эту идею считаю вправе распространить на МИР ИНФОРМАЦИОННЫЙ, на мир НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ и процессов в НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЕ [14]. Каждое ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ между внутренней средой Po и внешней средой SI порождает целые НОВЫЕ МИРЫ, структуры и процессы по принципу рождения, жизни и смерти ИНЕРЦИОНА - динамического СГУСТКА ИНФОРМАЦИИ И МАТЕРИИ. Инерционы - это сложные структуры, образованные из элементарных частиц ФИЗИЧЕСКОГО ВАКУУМА, ядер, атомов, молекул и т.д. Рождается МАКРОМИР из МИКРОМИРА. Где-то проходит граница, когда НЕЖИВОЙ МИР превращается в мир БИОЛОГИЧЕСКИЙ в ЖИВОЙ МИР, момент, когда рождаются ФЕРМЕНТЫ. Вот поиском этой границы и предстоит, дорогие читатели, нам с Вами заниматься в будущем. Мир неживой природы - это мир СЛУЧАЙНЫХ стохастических молекулярных столкновений и процессов взаимодействия.

а живой мир - мир АЛГОРИТМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ. Появление в природе ферментов В.ГОЛЬДАНСКИЙ и В.АВЕТИСОВ считают ТОЧКОЙ БИФУРКАЦИИ в развитии Вселенной, когда начинается БИОЛОГИЧЕСКИЙ БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ, когда рождается КИРАЛЬНО ЧИСТЫЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ МИР. Роль природных АЛГОРИТМИЧЕСКИХ АВТОМАТОВ, с помощью которых происходят биохимические превращения, выполняют по их мнению ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ БЕЛКИ.

Еще раз напомним, что основная их идея - это спонтанное нарушение зеркальной симметрии предбиологической среды, из которой рождается ЖИВАЛ ВСЕЛЕННАЯ или БИОСФЕРА. Основной проблемой является поиск объяснения, как из зеркальной симметрии электромагнитного взаимодействия возникает биологическая киральность. Где находится тот ИСТОЧНИК АСИММЕТРИИ? Может быть в природе слабого взаимодействия? Именно оно нарушает зеркальную симметрию элементарных процессов во Вселенной, порождая ЛЕВЫЕ аминокислоты и ПРАВЫЕ нуклеотиды (сахара). Именно этот механизм (его природу еще предстоит узнать) способен породить САМОСБОРКУ и РЕПЛИКАЦИЮ гомокиральных структур, а не какой-то физический источник ассиметрии. И суть в переходе к АЛГОРИТМИЧЕСКОЙ БИОХИМИИ (я ее на втором занятии назвал атомной информатикой или **квантовой химической информатикой).**

Нейрокомпьютер можно рассматривать как прибор или средство для ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ, воспроизведения процессов спонтанного нарушения зеркальной симметрии и эволюции от точки Большого Взрыва вправо по оси времени (U>0). Известны ТРИ КЛАССА стереохимических превращений:

- рацемизирующие, переводящие систему в состояние с мак симальной энтропией,
- нейтральные, не меняющие киральную поляризацию,
- дерацемизирующие, приводящие к росту киральности, поляризации.

Видимо, ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ из групп триггеров-разрядов c,d,e,f и могут представлять собою модели этих превращений. После "аннигиляции" элементов типа (1/0) и (0/1) возникают ИНЕРТНЫЕ

(с нулевой невязкой) частицы-элементы (1/1), (0/0) как продукты реакций.

К сожалению, еще нет экспериментальных фактов из биохимии, подтверждающих гипотезу ГОЛЬДАНСКОГО-МОРОЗОВА-АВЕТИСОВА о спонтанном нарушении симметрии.

И еще один вопрос, есть ли аналогичное с антивеществом БИОЛОГИЧЕСКОЕ АНТИВЕЩЕСТВО или "АНТИЖИЗНЬ"? Подумайте пожалуйста над этим!

Вероятность ее 0.5. Нужен сценарий первых этапов эволюции РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ ***ЖИВОЙ ВСЕЛЕННОЙ.***

10.4. Управление пространством-временем. О разработке двигателя и системы управления, основанных на использовании виртуального поля

Мы с Вами, дорогой читатель, уже сами МОЖЕМ СОЗДАВАТЬ свои ЛОКАЛЬНЫЕ ВСЕЛЕННЫЕ, свое ПРСТРАНСТВО-ВРЕМЯ, мы ЗНАЕМ КАК с помощью БВГ УПРАВЛЯТЬ ПРОСТРАНСТВОМ (R) и ВРЕМЕНЕМ (U).

А почему бы не применить наш нейрокомпьютер "ЭМБРИОН" для УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯМИ А.К.ХОЛТА, сотрудника Центра космических исследований НАСА, члена Американского института аэронавтики и космонавтики (AIAA) Общества инженеров транспорта (SAE), Американского общества инженеров механиков (ASME) [60]?

А.ХОЛТ предлагает два типа двигателей для космических систем:

- ГРАВИТАЦИОННЫЕ системы - многоцелевые двигательные установки, использующие "гравитационные" эффекты ПОПЕРЕМЕННЫХ ФОРМ электромагнитной энергии,
- системы с РЕЗОНАНСОМ ПОЛЯ - двигательные установки для глубокого космоса, вызывающие предельные, но ЛОКАЛИЗОВАННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ НЕЛИНЕЙНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КООРДИНАТ ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ ("ГИПЕР-ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ПРЫЖКИ").

Эти двигательные установки используют по концепции А.ХОЛТЛ взаимодействие пространства-времени с ПОЛЕМ (ПВ+П).

А.ХОЛТ совместно с НАСА планирую! использовать создаваемые новые двигатели для построения самолетов и космических кораблей с эксплуатационными характеристиками далеко превосходящими таковые у корабля "Спейс Шаттл", стратегического разведывательного самолета "SP-71A" и высокоманевренного истребителя-бомбардировщика "F-16". Эти усовершенствованные двигательные установки должны быть основаны на использовании ГЕНЕРИРУЕМЫХ ВНУТРИ них КОГЕРЕНТНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОНФИГУРАЦИЙ или РАСПРЕДЕЛЕНИЙ для изменения действующих на летательный аппарат (ЛА) гравитационных сил.

Разработанная А.ХОЛТОМ теоретическая модель [61] взаимодействия электромагнитного и гравитационного полей предполагает создание искусственного высокоэнергетического когерентного в пространстве и во времени РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ.

Если в каждой точке ПВ поля НК "ЭМБРИОН" поставить на выходе каждого квазинейрона управляемые энергетические источники ХОЛТА и УПРАВЛЯТЬ с помощью Ро, СМ и БВГ их когерентным распределением энергии, то мы с Вами получим УПРАВЛЯЮЩУЮ СИСТЕМУ для двигателей ХОЛТА. В результате взаимодействия поля (NS*U) и пространства-времени (RxU) нейрокомпьютера и энергетических полей двигательной установки возникнут, как утверждает А.ХОЛТ, ТРИ ВИДА ЭФФЕКТОВ:

- произойдет уменьшение или увеличение ГРАВИТАЦИОННЫХ СИЛ (принцип эквивалентности А.ЭЙНШТЕЙНА), действующих на пространственно-временную МАССУ или энергетическую систему путем ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПВ СТРУКТУРЫ МАССЫ ИЛИ ЭНЕРГИИ;
- произойдет уменьшение или увеличение СУММАРНОЙ ЭНЕРГИИ в системе масс за счет РЕЗОНАНСА С "ВИРТУАЛЬНОЙ" СТРУКТУРОЙ удаленных точек ПВ;
- произойдет ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ОБЪЕКТА в ПВ путем ИЗМЕНЕНИЯ КОГЕРЕНТНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ за счет резонанса с виртуальным" распределением (полем).

Наличие РЕАЛЬНО ДЕЙСТВУЮЩЕГО НЕЙРОКОМПЬЮТЕРА ТИПА "ЭМБРИОН" уже В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ позволяет НАЧАТЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ ПРОСТРАНСТВОМ-ВРЕМЕНЕМ и проверке различных теоретических моделей Вселенных (модели ФРИДМАНА, ЭЙНШТЕЙНА, де-СИТТЕРА и др.) [58]. Для строгой формулировки требований к двигателям ХОЛТА, а также к системе управления (СУ) ними, необходимо разработать модель комплекса ЛА+ДВИГАТЕЛЬ+СУ на том математическом языке, на котором описываются явления, происходящие в окружающем нас физическом ПВ.

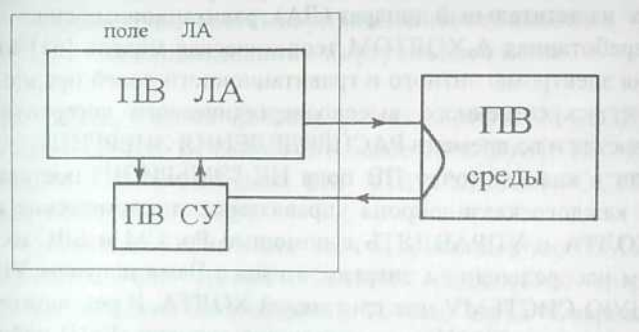


Рис.10.6. Управление пространством-временем (ПВ) летательного аппарата (ЛА)

Можно себе представить структуру модели взаимодействующих окружающего ПВ и ПВ ЛА и ПВ СУ в виде, изображенном на Рис.10.6.

10.5. Задание

/. Итак, друзья, нам немного с Вами осталось до этапа создания своего НЛО (неопознанного летательного объекта) и начала общения с ВНЕЗЕМНЫМИ ЦИВИЛИЗАЦИЯМИ! Так в добрый путь! Это и будет мое Вам задание-пожелание

П. О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРА В ГЕНЕТИКЕ*

До сих пор до конца не выяснены и таят в себе много загадок интимные механизмы расхождения аллелей родителей в потомстве, их доминирования и рецессирования, процессы генетической рекомбинации и кроссинговера и другие механизмы на уровне гена и его локусов. Ещё не решены проблемы определения относительной роли наследственных факторов и окружающей среды на проявление тех или иных признаков в потомстве и их влияния на направление хода эволюции [62].

Между развитием процессов возбуждения в нейронных сетях мозга и нейрокомпьютера и процессами наследования, преобразования аллелей в генах при мейозе, есть много похожего. И те и другие представляют собой те или иные разновидности случайных стохастических ветвящихся процессов, протекающих во времени. Возможно, рассмотрение ниже приведенных примеров применения нейронных сетей, синтезируемых в нейрокомпьютере (НК) типа "ЭМБРИОН" [2] для моделирования генетических ЗАКОНОВ МЕНДЕЛЯ окажет некоторую пользу генетикам в их захватывающе интересных поисках и исследованиях.

11.1. Условия синтеза множества нейтронных сетей в Н К "ЭМБРИОН"

Так как книга "Нейрокомпьютер и его применение" [2] издана малым тиражом и давно исчезла с прилавков магазинов, видимо. Целесообразно напомнить читателю основные условия и принципы получения вариантов квазинейронных сетей в НК типа "ЭМБРИОН" (Рис.11.1).

' Статья из журнала "РИУ" №2, 1999. Запорожье, ЗГТУ

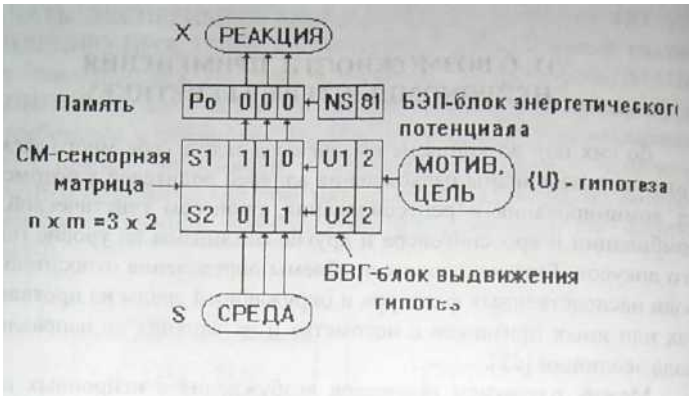


Рис. 11.1. Условия синтеза квазинейронной сети в нейрокомпьютере "ЭМБРИОН"

Нейронная сеть как ветвящийся стохастический процесс типа цепи Маркова получается в результате равновероятного сканирования импульсами NS со стороны БЭП (БЛОКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА) отдельных разрядов n-разрядного регистра Po внутренней памяти и переноса в него информации в виде образа {S}=(S1.S2) из СЕНСОРНОЙ МАТРИЦЫ (СМ) в соответствии с гипотезой восприятия {U}. Здесь n=3 - разрядность НК, а m=2 - число строк СМ. Двоичные коды текущего состояния регистра внутренней памяти P_0 представляют собой виртуальные квазинейроны сети, а число шагов {U}=(U!,U2) сканирования двух строк СМ, так называемая ГИПОТЕЗА ВОСПРИЯТИЯ, задаваемая из БЛОКА ВЫДВИЖЕНИЯ ГИПОТЕЗ (БВГ), определяет число слоев нейронов или глубину сети (Рис.4.3). Вероятность перехода - это синаптический вес на входе нейрона, а вероятность кода X - это уровень возбуждения нейрона или его выходная частота. Для максимально воз-

можного числа 2n нейронов X - это РЕАКЦИЯ или СПЕКТР частот. Меняя образ-код P_Q и образы-коды СМ, а также задавая ту или иную гипотезу {U}, можно получать или синтезировать всевозможные разновидности нейронных сетей (стохастических ветвящихся процессов) и варианты их активности.

На Рис. 11.2 показан вариант синтезированной нейронной сети при условии, изображенном на Рис.11.1, а именно:

* рарядность НК n=3;
* начальное состояние внутренней памяти {Po}=(O,O.O);
* число строк СМ m=2;
* образ на СМ {S}={Sl=(l,l,0);S2=(0,l,l)};
* гипотеза восприятия {U}=(UI=2;U2=2);
* число слоев нейронной сети U 1+U2=4;
* число импульсов сканирования NS>=10*2n=81

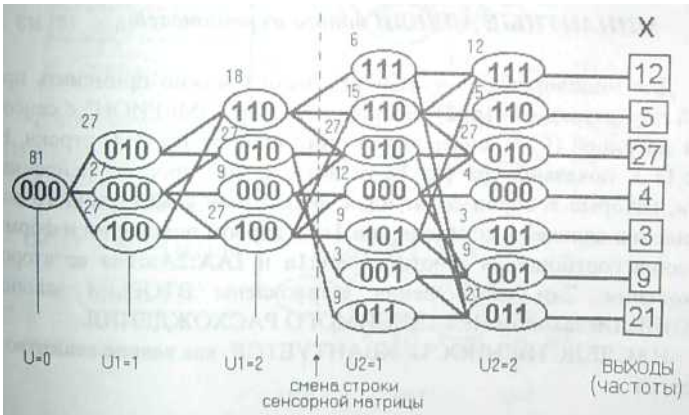


Рис.11.2. Нейронная сеть, синтезированная НК "ЭМБРИОН" при условии, изображенном на рис.11.1

11.2. Моделирование генетических законов МЕНДЕЛЯ

Известно ТРИ генетических закона наследственности, установленных МЕНДЕЛЕМ.

Первый ЗАКОН МЕНДЕЛЯ, или ЗАКОН РАСЩЕПЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ, гласит:

Гетерозигота во время мейоза при образовании гамет расщепляет свою пару аллелей ПОРОВНУ между ними.

Имеется другая формулировка этого закона, который ещё называют законом ЕДИНООБРАЗИЯ или ДОМИНИРОВАНИЯ аллелей одного из родителей:

Потомки гомозиготных по разным аллелям родителей ПОХОЖИ друг на друга. Их фенотип определяют ДОМИНАНТНЫЕ АЛЛЕЛИ одного из родителей.

Для моделирования указанного закона можно применить простой двухразрядный (n=2) нейрокомпьютер "ЭМБРИОН" с сенсорной матрицей (СМ), содержащей одну или две (m=1;2) строки. На Рис.11.3. показаны три (из 16-ти возможных) простые нейронные сети, которые воспроизводят идеи механизмов симметричного расщепления аллелей в соотношении 1:1 в первом поколении и формирования соотношения генотипов ЗА: 1а и **1АА:2Аа:1аа** во втором поколении. Эти соотношения установлены ВТОРЫМ законом МЕНДЕЛЯ, законом НЕЗАВИСИМОГО РАСХОЖДЕНИЯ.

НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ КВАНТУЕТСЯ как всякое вещество и энергия.

ВТОРОЙ ЗАКОН МЕНДЕЛЯ - это закон независимого расхождения, **РАЩЕПЛЕНИЯ,** или закон **ПЕРЕКОМБИНИРОВАНИЯ** признаков:

Потомки, полученные от скрещивания мопогибридои первого поколения, образуют сходные с родителями группы в отношении 3А:1а. Три четверти потомков обпадают доминантными признаками.

Второй генетический закон МЕНДЕЛЯ называют "игрой жизни". Этот механизм - ГЛАВНЫЙ ИСТОЧНИК наследственных вариаций в природе и является основой многочисленных устремлений селекционеров растений и животных соединить в одной породе или сорте лучшие качества ряда других. Этот закон позволяет ПРОГНОЗИРОВАТЬ ВЕРОЯТНОСТЬ появления в следующем поколении той или иной комбинации отцовских и материнских генов.

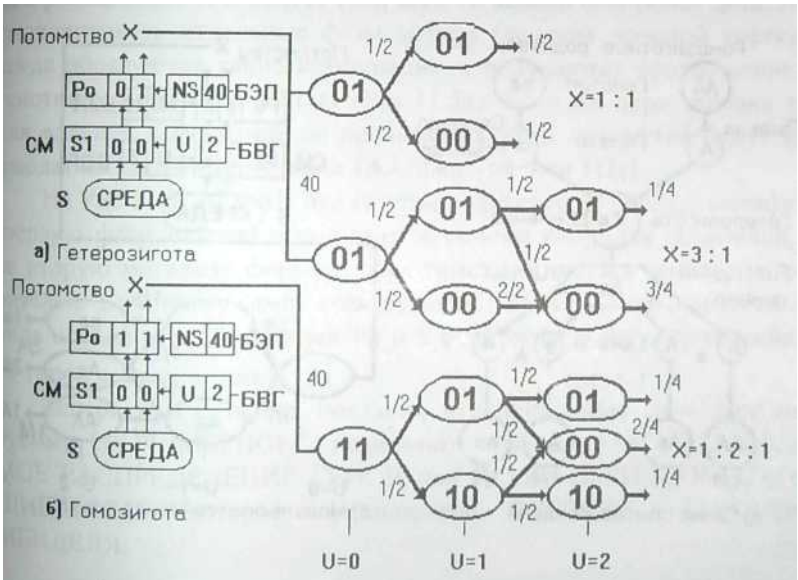


Рис. 11.3. Моделирование расщепления аллелей в нейронных сетях

Для более глубокого и наглядного моделирования механизма

перскомбинировамия аллелей, рассмотрим следующие видоизменения нашей модели. В отдельные разряды регистров памяти Р0 и СМ нейрокомпьютера будем записывать не двоичные символы "О" или "1", а БУКВЕННЫЙ СИМВОЛ-КОД аллеля-признака (Рис.11.4.). Регистр Ро и строка СМ выступают теперь в роли ХРОМОСОМ, в которых роль локусов или генов, где находятся аллели - коды признаков, выполняют отдельные разряды. Совокупность взаимодействующих Ро и S можно представить себе как монозиготу или гетерозиготу, в зависимости от набора букв-признаков аллелей. Отдельные разряды моделируют пыльцу и семечко при опылении (как в опытах МЕНДЕЛЯ, левая часть Рис.11.4). Число NS - размер популяции или число гамет.

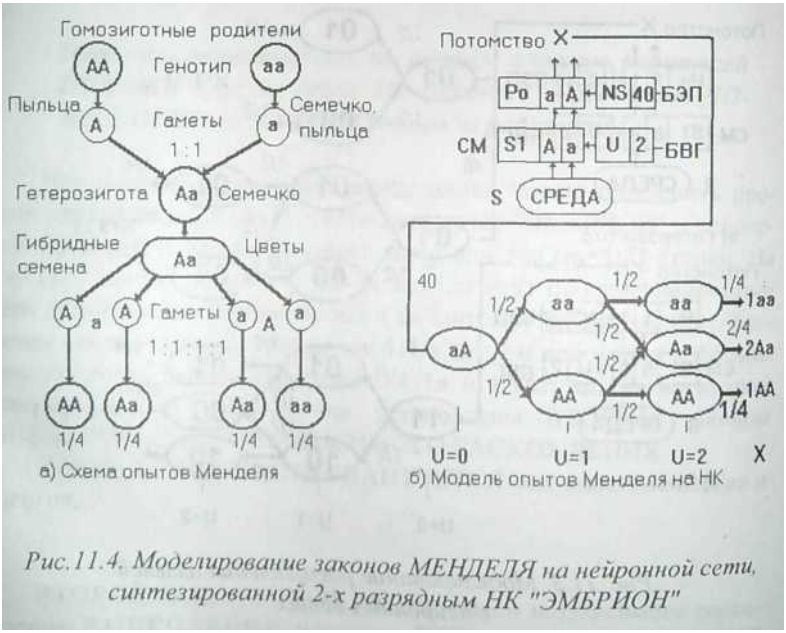


Рис.11.4. Моделирование законов МЕНДЕЛЯ на нейронной сети, синтезированной 2-х разрядным НК "ЭМБРИОН"

При попадании сканирующего импульса NS в i-й разряд Ро, в

него переносится из S-регистра символ аллеля, который замещает в хромосоме Ро ее символ и проявляет таким образом свою ДОМИНАНТНОСТЬ. Он стирает или подавляет проявление рецессивного, отсутствующего в потомстве аллеля.

Слои нейронной сети выступают в роли поколений. При U=l - это потомки первого поколения, а при U=2 - потомки второго поколения. Каждый виртуальный нейрон в слое моделирует зиготу-индивид или гамету с тем или иным генетическим набором аллелей или ГЕНОТИП. Например, АА, Аа, **аа.** Объединение различных генотипов осуществляется по критерию доминантности. Например, если доминирует ген А, то он дает фенотипическую группу ЗА **или** 2Аа, т.е. ФЕНОТИП.

Если важны не только пары разных аллелей **(Аа),** но и их **порядок** расположения в локусе (Аа, аА), то можно ещё более детально смоделировать отдельные фазы мейоза (деления половой клетки), когда образуются такие комбинации и получаются соотношение в генотипах потомства **1:1:1:1** (Рис.11.5а). Если же перестановка таких аллелей в фенотипе не проявляется, то в потомстве будут наблюдаться соотношения вида **1АА:2Аа:1аа** или **1:2:1.**

На Рис.11.5. Р1 и S1- это гаметы родителей. В первую метафазу (первую фазу мейоза) порождаются гаметы гибридов родителей, а во вторую метафазу формируются гаметы с чистым генотипом родителей. Сочетание гамет определяет СЛУЧАИ. В зависимости от вида исходной пары аллелей Ро и S возможны в результате мейоза 16 типов четверок гамет.

Теперь нам осталось показать, что нейронные сети, синтезируемые НК "ЭМБРИОН", позволяют моделировать НЕЗАВИСИМОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕНОВ при ПОЛИГИБРИДНОМ СКРЕЩИВАНИИ, которое установлено **ТРЕТИМ** ЗАКОНОМ МЕНДЕЛЯ:'

Каждая пара алломорфных генов наследуется НЕЗАВИСИМО от другой пары генов.

При ДИГИБРИДНОМ скрещивании соотношение генотипов в потомстве будет **9:3:3:1.** а при ТРИГИБРИДНОМ скрещивании

КВАНТОВАНИЕ ГЕНОТИПОВ потомков будет выражаться следующим набором целых чисел: 27:9:9:9:3:3:3:1.

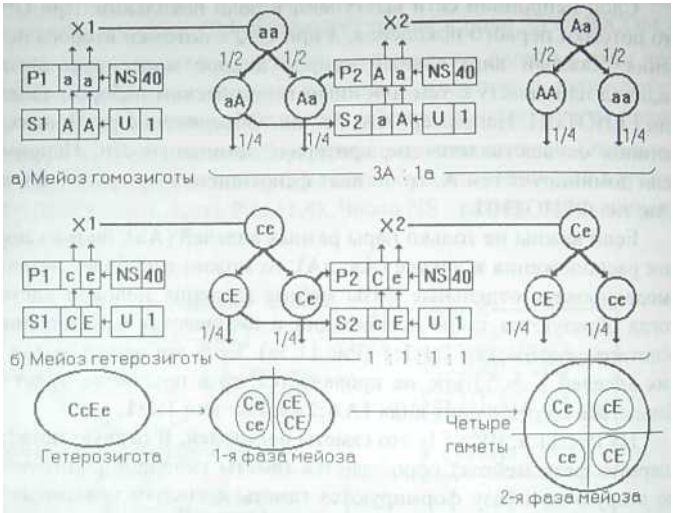


Рис. 11.5. Моделирование отдельных фаз мейоза

При множественных генах расщепление идёт по следующей ПОЛИГИБРИДНОЙ схеме: при любом числе различных аллелей-n в первом поколении всегда будет доля каждого 1/2n, а во втором поколении при n=2 будет 1/2nx2n=1/]б; при п=3 во втором поколении будет 1/64, а для п=4-будет 1/256 и т. д.

На Рис.11.6. приведена полная матрица всех 16-ти ВОЗМОЖНЫХ ГЕНОТИПОВ во втором поколении при дигибридном скрещивании.

Яйцеклетка, гамета, пыльца	CE	Ce	cE	ce
CE	CCEE	CCEe	CcEE	CcEe
Ce	CCEe	CCee	CcEe	Ccee
cE	CcEE	CcEe	ccEE	ccEe
ce	CcEe	Ccee	CcEe	ccee

Рис.11.6. Состав генотипов потомков второго поколения при дигибридном скрещивании

Пример реализации исходного набора из четырех гамет или строки и столбца матрицы генотипов с помощью нейронной сети 2-х разрядного НК показан на Рис.11.56. Потомки или клетки матрицы можно получить, подавая на входы P() и S в виде случайной последовательности с частотами в соотношении 3:1 все пары аллелей родителей - потомков первого поколения. Результатом X на выходе НК будет генотип в виде последовательной записи всех четырёх типов аллелей в один регистр. Этот регистр можно считать одним локусом гена хромосомы. Возможно получение такого же результата и на 3- и 4-х разрядных нейрокомпьютерах, но это уже тема отдельного исследования нейрокомпыотерных моделей наследственности.

11.3. Образование групп крови и генотипы людей

Вопросы совместимости крови различных людей, вопросы подбора донора для переливания крови или проблема выбора партнера в браке по группе крови для предотвращения передачи детям больных генов очень актуальны.

Известно, что в **клетках крови человека могут содержаться Два типа антигенов** A и B, или их вовсе может и не быть (O). Исходя из этого, возможны четыре группы крови у людей, в зависимости от наличия или отсутствия тех или иных антител в сыворотке их крови. Это нижеследующие возможные сочетания антигенов и анти-

тел в кропи человека, в зависимости от номера группы.

Кровь	Антиген	Антитело
I-я группа	A	B
II-я группа	B	A
III-я группа	AB	нет антитела
IV-я группа	O	AB
	нет антигена	

Возможны следующие генотипы людей и соответствующие им группы крови:

СОЧЕТАНИЯ	ГОМОЗИГОТНЫЕ			ГЕТЕРОЗИГОТНЫЕ		
ГЕНОТИП	OO	AA	BB	OA	BO	AB
ГРУППА КРОВИ	O	A	B	A	B	AB

Каждый А или В ген обуславливает появление своего характерного антигена, независимо от гена-партнера. Ген О не продуцирует антигена. В присутствии генов А и В он рецессивен, т.е. необнаружим. Индивиды с группами крови А или В могут иметь два различных генотипа, в зависимости от того, являются ли они гетерозиготными по гену О или нет. Это имеет очень большое значение в медико-биологических экспертизах.

На Рис.11.7. показана модель образования четырёх групп крови человека при наличии трёх возможных исходных генов: А. В, О.

В регистре Рп представлена О-я (IV) группа крови, в клетках которой нет антигенов, но имеется в сыворотке два вида антител А и В. В строке S1 сенсорной матрицы СМ представлены аллели генов А и В групп крови. На выходе Х получены все возможные группы крови человека.

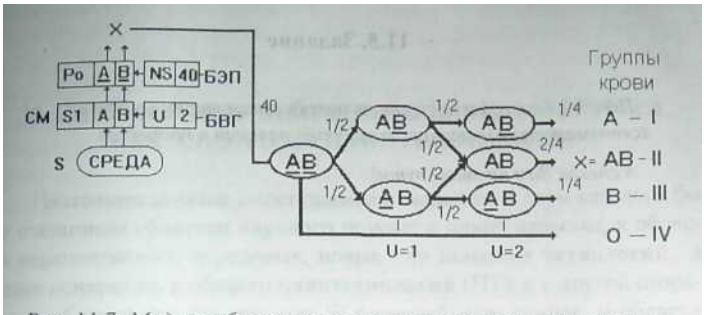


Рис. 11.7. Модель образования четырех групп крови человека

11.4. Перспектива

На настоящем занятии предпринята попытка дать лишь введение в интересную и плодотворную в будущем область применения нейрокомпьютеров в генетике.

Как знать, возможно, регистр внутренней памяти Po можно будет в будущем идентифицировать как некоторое подобие транспортной РНК, которая переносит коды генов на белок (в сеть квазинейронов), а строки Sj сенсорной матрицы СМ рассматривать как локусы хромосом. Процесс сканирования СМ импульсами NS можно уподобить процессам митоза, мейоза, кроссинговера и другим преобразованиям в хромосомах. Перенос информации с Sij на Po может быть моделью, некоторым подобием регшликации ДНК в хромосомах. Воздействие шумов на коды регистра наследственной памяти Po имитирует процессы мутации в хромосомах. Это, возможно, позволит лучше понять природу возникновения и развития таких заболеваний как рак.

Применение нейрокомпьютера "ЭМБРИОН" должно оказать Услугу генетикам и медикам в их целенаправленнных поисках интимных механизмов законов наследственности.

11.5. Задание

Попробуйте сами построить пейрокомпьютерные модели всевозможных генетических явлений, реакций и процессов.

Успехов Вам на этом пути!

12. ВИРТУАЛЬНЫЕ НЕЙРОНЫ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРА КАК ЭЛЕМЕНТЫ НАНОТЕХНОЛОГИИ

Настоящее занятие имеет прямое отношение к двум казалось бы не связанным областям научного поиска: с одной стороны, к области перспективных, передовых, новых или **высоких технологий,** а более конкретно, к области **нанотехнологий** (НТ), а с другой стороны, к области так называемых Ψ **явлений** или, точнее, к области **виртуальной психической реальности** (ВПР) [7].

Теория обеих этих областей знания в настоящее время находится в стадии интенсивной разработки, но законченных обобщенных результатов пока нет.

Нейрокопыотер "ЭМБРИОН" *как* ***нетрадиционная парадигма реализации*** *процессов* ***и*** *структур живого* ***мозга находится*** *как раз* ***на стыке*** *вышеназванных областей поиска* ***- НТ и ВПР.***

Целесообразно еще раз напомнить приведенные в [63] А. ШИПИЛОВЫМ основные этапы развития нанотехнологий и некоторые перспективы их развития.

1959 г. - Лауреат Нобелевской премии Ричард ФЕЙНМАН заявляет, что в будущем, научившись манипулировать отдельными атомами, человечество сможет синтезировать ВСЕ, что угодно.

1981 г. - Создание Г.БИННИГОМ и Г.РОРЕРОМ сканирующего туннельного микроскопа (СТМ). Нобелевская премия присуждена в 1985 г.

1982 - 1985 г.г. - Достижение атомарного уровня.

1986 г. - Создание атомно-силового микроскопа (АСМ). **1990 г.** - Манипуляция отдельными атомами. **1994 г.** - Начало применения нанотехнологических методов и процессов в промышленности, в частности, наноконтроль штампов и при производстве самих видеодисков DVD и CD.

Там же [63] указываются области перспективного применения

• медицина, геронтология, промышленность, биология, сельское

хозяйство, экология, освоение космоса, кибернетика, разумная среда обитания и др.

ОСВОЕНИЕ КОСМОСА

При освоении космоса огромная армия молекулярных нанороботов (МР) будет выпущена в околоземное космическое пространство, которые очистят и подготовят его для заселения человеком, сделают пригодными для обитания Луну, астероиды, ближайшие планеты, соорудят из "подручных материалов" космические станции и заводы.

КИБЕРНЕТИКА

Произойдет переход от ныне существующих планарных структур к объемным микросхемам, размеры активных элементов которых уменьшатся до размеров молекул... Получат распространение схемные решения *на нейроподобных элементах*. Появится быстродействующая долговременная память на белковых молекулах, емкость которой будет измеряться террабайтами. Станет возможным *"переселение" человеческого интеллекта в компьютер*. Кстати, начало этого процесса мы уже наблюдаем на примере WWW - Мировой Паутины - сети INTERNET.

РАЗУМНАЯ СРЕДА ОБИТАНИЯ

За счет внедрения логических наноэлементов во все атрибуты окружающей среды, она станет РАЗУМНОЙ и исключительно комфортной для человека.

Я не называю указанных автором [63] прогнозируемых сроков реализации проектов, т.к. уже неоднократно случалось, что действительность опережает самую, казалось бы, безумную фантазию. Например, сремительнос развитие микроэлектроники и компьютерной техники, или недавнее сообщение о началах работ по клонированию человека. Окунаясь в мир нанотехнологии, мы действительно входим в *"дивный новый мир"*.

Нанотехнология, в отличие от микромеханики и микроэлектроники, оперирует материальными объектами и излучениями, размеры которых лежат в нанометровом (одна миллиардная доля метра!) диапазоне. В технологии происходит скачок от манипулирования

некоторым статистическим ансамблем атомов и молекул вещества к манипулированию отдельными атомами и частицами.

Согласно [63], развитие нанотехнологии предполагает три стратегических направления научных исследований и разработок:

- Разработка и изготовление объемных электронных схем и функциональных узлов - наноэлектронных ЧИПов с активными элементами, размеры которых сравнимы с размерами единичных молекул и, даже, атомов.
- Разработка и изготовление механизмов, наномашин и нанороботов размером с молекулу.
- Непосредственное манипулирование атомами и молекулами, сборка (ассемблирование) ВСЕГО сущего. Синтез большего из меньшего.

Один из отцов НТ, Эрик ДРЕКСЛЕР высказал следующую идею перед сенатской Комиссией США: *"Планарными методами фотолитографии и эпитаксии нельзя изготавливать перспективные нейронные схемы и объемные активные среды и устройства на атомном уровне. Это возможно только с помощью папороботов-сборщиков, имеющих встроенные нейрокомпьютеры и способные к самовоспроизведению себе подобных".*

12.1. Компьютерное моделирование в нанотехнологии

Первый необходимый и важнейший этап разработки и производства молекулярных машин - это дизайн и моделирование [64]. В настоящее время разработка наномашин не вышла еще из стадии компьютерного моделирования. Проект Xerox Corporation предусматривает создание молекулярного ассемблера - машины-сборщика других машин как стратегическое направление в НТ. Это будущая самовоспроизводящаяся система, живущая соей собственной жизнью. Оборудования НТ и технологические процессы исключительно дорогостоящие, а измерения в диапазонах размеров атомов не допускают применения оптики. Сканирующий наномикроскоп позволяет получить визуально изображения объектов и обрабатывать поверхности размерами с точностью до некоторого статистического ансамбля, а не отдельного атома, как это необходимо в НТ.

Поэтому все работы ведутся в полной темноте, рассчетно и наощупь. 'Отсюда, экономически обоснован и технически принципиально достижим единственный способ увидеть и правильно спроектировать будущие нанообъекты, изделия и машины - это ***виртуальное компьютерное моделирование.***

Один из создателей водородной бомбы Э.ТЕЛЛЕР отмечает, что "Тот, кто раньше овладеет НТ, займет ведущее место в техносфере следующего столетия".

И это не простое фантазирование. Это стратегический прогноз для государства, для нации, для всего человечества.

12.2. Нанотехнология - это оперирование квантовомеханическими объектами и системами

В наномашинах не работают классические законы макромеханики, а в НТ вступают в силу и действуют *законы квантовой механики.*

Впервые наш соотечественник Г.А.ГАМОВ показал из решения уравнения ШРЕДИНГЕРА возможность **туннелирования,** т.е. подпорогового преодоления частицей энергетического барьера. Ю.С. ТИХОДЕЕВ из НИИ "Пульсар" разработал методы расчета и создания многослойных туннельных приборов и объемных структур, не требующих для своей реализации высокотемпературных технологических процессов молекулярно - лучевой эпитаксии и литографии [65].

Созданный в 1981 году сканирующий туннельный микроскоп (СТМ) позволил освоить техпроцессы манипулирования на атомном уровне при зазоре иглы 1 нанометр от поверхности подложки. Прецизионное удержание иглы при движении ее над поверхностью позволяют электронные следящие системы, измеряющие туннельный ток и воздействующие на пьезоманипулятор. Удержание осуществляется с точностью до сотых долей нанометра.

С использованием принципа туннелирования разработаны и осваиваются технологически активные объемные элементы и структуры: одноэлектронный транзистор К.ЛИХАРЕВА, транзистор

ААРОНОВА-БОМА (Рис. 12.1), использующий волновые свойства электронов [65].

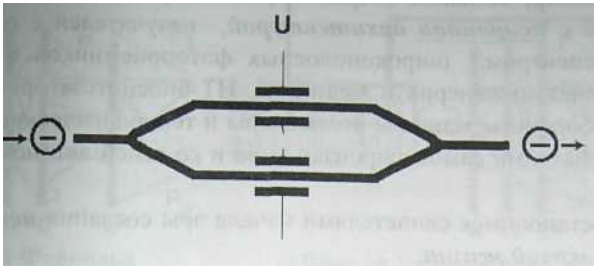


Рис. 12.1. Транзистор ААРОНОВА-БОМА

В этом транзисторе входной поток электронов направляется по двум расходящимся путям, а затем, после соленоида, собираются вновь в общий поток, в котором возникает интерференция волновой функции электронов и ее модуляция при изменении управляющего напряжения (тока в катушке) U. Транзистор имеет сверхвысокое быстродействие и исключительно экономичен.

Традиционная планарная технология в микроэлектронике поражена "тиранией межсоединений", как назвал проблему ограничения числа слоев в интегральной схеме Я.А.ФЕДОТОВ, и не позволяет изготавливать сложные *нейронные сети и нейрокомпьютер-ные структуры* с множеством связей между нейронами. Сканирующие туннельные микроскопы работают только с проводящими подложками. До сих пор нет эффективной технологии создания нанопроводящих структур на диэлектрике. Оптоэлектронные схемы дают такую возможность, но они нетехнологичны. *Виртуальные нейрокомпьютерные методы,* излагаемые в настоящей монографии, возможно, помогут решить эту проблему.

Развитие НТ идет по правилу *"машины делают машины"*.

Примером значительной работы в области НТ является японский проект 1992 года "ANGSTROM TECHNOLOGY PROEKT", Рассчитанный на 10 лет, стоимостью 185 млн. долларов, и в котором задействовано 50-80 фирм-участников.

Направлениями работ являются: создание НТ-роботов для Земли и Космоса, создание сверхбыстродействующих компьютеров и устройств с *нейронной архитектурой,* излучателей с перестраиваемым спектром, широкополосных фотоприемников с высоким КПД, генная инженерия и медицина, НТ-биосинтезаторы, молекулярные сборочные машины-ассемблеры и технологические установки со свойствами самовоспроизводства и со своей автономной жизнью.

Мы становимся свидетелями начала эры создания *искусственной небелковой жизни.*

12.3. Нейрокомпьютер "ЭМБРИОН" как квантовомеханическая система

Прежде чем наметить пути использования нейрокомпьютера "ЭМБРИОН" в НТ, я хочу напомнить читателю и проиллюстрировать из [2] и [14] общность алгоритма или структурного метода измерений в квантовой механике, который очень четко и образно изложил В. ФОК в [66], и алгоритмов синтеза и генерации нейронной сети и в нейрокомпьютере "ЭМБРИОН".

Представьте себе простую схему прохождения пучка частиц через кристаллическую решетку (Рис. 12.2а.), где узлами объемной решетки - ее "атомами" являются *виртуальные нейроны* НК "ЭМБРИОН" (Рис. 12.2б.), а пучком частиц, которые, проходя через решетку, рассеиваются на узлах и создают *волны вероятностей,* является поток импульсов (NS) возбуждения от рецепторов-входов к мотонейронам-выходам [2], [14].

В этой структурной схеме хорошо видно место и роль принципа неопределенности при исследовании квантового объекта микромира на стадии оценки и интерпретации результата эксперимента.

На Рис. 12.2. приняты следующие обозначения: С и С1 - интерференция лучей на экране, когда открыты обе щели, С* и С2 - поочередно открываются щели. Интерференция отсутствует.

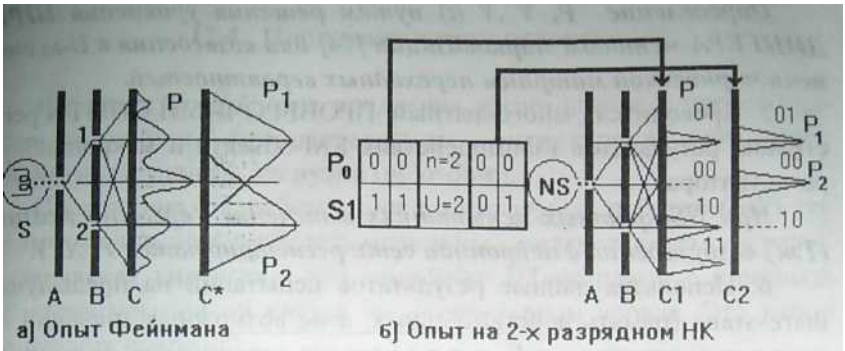


Рис.12.2. Интерференционные альтернативные траектории частиц на двух целях

Вот этот алгоритм:

1. Выбирается для исследования микрообъект и макроприбор для регистрации, т.е. выбирается квантово-механическая (КМ) сис тема.

В НК выбирается n, РО , m СМ, БВГ, БЭП. Квантово-механическим объектом служит квазичастица или виртуальное поле нейронной сети Y (()). Инерцион Г.ШИПОВА.

2. Задается набор изучаемых и регистрируемых величин, пара метров (координаты, импульсы, энергия, частота, спектр и т.д.).

У *нас - это коды узлов решетки (X, Y), спектры(Fx), P- средняя плотность материи, вероятность смыслов и др.*

3. Проводится многократный НАЧАЛЬНЫЙ ОПЫТ, т. е гото вится квантово-механическая система и задаются внешние и на чальные условия.

В НК задаются: число NS, коды-образы РО и S1 СМ, невязка J, {U} - гипотеза восприятия. Проводится NS-кратное испытание при U=0.

4. Делается теоретический вероятностный прогноз (расчет воз можных значений исследуемых физических величин).

Определение P, Y ,Y (t) путем решении уравнении ШРЕДИН ГЕРА методом марковтации /74/ ил и возведения в U-ю степень марковской матрицы переходных вероятностей.

5. Проводится многократный ПРОВЕРОЧНЫЙ ОПЫТ и реги страция результатов взаимодействия КМ-объекта и макроприбора-регистратора.

При NS-кратных испытаниях в течение "времени жизни" (Тж) возбуждения в нейронной сети регистрируются P, X,Y

6. Используя данные результатов испытаний на предыдущем шаге-этапе (память действительных, а не возможных значений ис следуемых величин x,p,E. и т.д.) условия ограничения на точность из-за ПРИНЦИПА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ, сравниваются резуль таты опыта с порогом ошибки (e > q), принимается решение о дос товерности опыта. Это есть ЗАВЕРШЕННЫЙ ОПЫТ.

Аналогичные аналитические процедуры выполняются и для НК.

7. Определяется статистика во времени, определяется распреде ление вероятности и спектры значений, определяется состояние КМ-объекта в виде его волновой функции, образа "волна-частица".

Обрабатываются все строки СМ, проявляется виртуальное поле НК в виде Ψ волновой функции и распределения вероятностей выходных кодов-слов (X) и кодов-групп (Y).

На Рис. 12.1, Рис. 12.2а. и Рис. 12.26. показаны три квантово-механические системы или три варианта реализации волнового процесса интерференции вначале расщепленного в некоторой промежуточной кристаллической или прозрачной когерентной полевой среде, а затем вновь объединенного, но промоделированного пучка частиц: нанотрамзистор ААРОНОВА-БОМА (Рис. 12.1.), интерферометр Р. ФЕЙНМАНА (Рис. 12.2а.), нейрокомпьютер "ЭМБРИОН" (Рис. 12.26.). Их квантово-механическая общность или подобие дают веские основания для разработки вариантов конкретной технологической реализации нейрокомпьютерных активных объемных наноприборов.

12.4. Продление жизни человека

Как известно [67], для продления жизни человека перспективными считаются три направления: **антистарение** (anti-aging), **крионика** (cryonics), **загрузка** (uploading).

Применение НТ-роботов или молекулярных роботов (МР) позволит освоить новую область медицины - ***молекулярную хирургию.*** Молекулярая хирургия - это изменение НТ-методами с помощью МР структуры живой клетки на молекулярном уровне. Это набор следующих операций:

- узнавание фрагментов молекул,
- разрыв или соединение частей молекул,
- добавление или удаление фрагментов,
- полная разборка или сборка-монтаж (ассемблирование) моле кул или клеточных органелл и структур.

МР - это разновидности молекулярных машин ассемблеров/ дезассемблеров.

Перед НТ стоит задача проектирования МР на основе биомолекул. И основной объект объемного нейрокомпьютерного моделирования - это полимеры [64J, [67]. Виртуальное вероятностное поле НК "ЭМБРИОН" может представлять примеры моделей таких объемных молекул-макрополимеров [2]. Это позволит получить ощутимую экономию на трудоемких дорогостоящих расчетах на супер-ЭВМ.

НК можно использовать для создания локальных электромагнитных полер для детектирования и инициирования химических реакций и изменений в биополимерах и в клетках. НК может одновременно быть и многоканальным манипулятором в МР и излучателем, а также параллельным высокопроизводительным управляющим компьютером, реализованных па единой технологической базе. Поскольку НК является когерентным излучателем энергии, то он может использоваться для обеспечения энергией МР в заданных координатах пространства-времени и для связи их с внешним компьютером.

МР планируется применять в генной инженерии, как поглотителей и разрушителей вредных свободных радикалов, а также для репарации поврежденных клеток.

Необходимо особенно обратить внимание на ЗАГРУЗКУ как процесс *переноса* ***личности*** *в компьютер* [68], [7]. В этом процессе постулируется возможность существования "Я" человека в виртуальной реальности, в виртуальной сети нейрокомпьютера.

Здесь должны быть решены следующие две проблемы [68]:

- моделирование живого мозга человека,
- чтение или сканирование с помощью МР содержимого долго временной памяти.

Я бы добавил третью, не менее важную, проблему - создание "эталона личности" и ее идентификация [7]. Сознание и личность, память о прошлом - это главнейшие индикаторы состояния мозга, индикаторы состояния "ЖИВОЙ ОРГАНИЗМ" при информационном определении момента ***истинной смерти*** человека, а не ***мнимой - клинической.***

12.5. На пути к искусственному разуму и клонированию человека

Извечная мечта человека - познать свой разум и создать нечто подобное и даже превосходящее - **ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ (ИИ).** Сегодня эта проблема тесно перекликается с сообщением из Чикаго о начале работ по **клонированию человека.** Эти обе проблемы перекликаются с обсуждаемыми проблемами НТ.

Как нельзя ограничить, а тем более запретить, развитие НТ, так же бесполезны всяческие запреты работ по клонированию. Вспомните, как запрещали генетику и генную инженерию, кибернетику, атомную физику, а в свое время, и естествознание, медицину (вскрытие трупов считалось кощунством и каралось смертной казнью). Прогресс познания и развития мысли нельзя остановить!

Ну, что из того, что будет на земле множество **различных** индивидуальностей - личностей, ***внешне неразличимых*** копий известного, например, политического деятеля? Ведь могут же рождаться и

нормально существовать, не нанося ущерба обществу, однояйцовые близнецы? А искусственное осеменение, признанное уже наукой?

Необходимо признать как факт существование клонирования человека, но взять под строгий международный контроль владельцев этой НТ и области ее использования, как и *психотропное оружие, о* котором я докладывал в феврале 1997 г. на Всероссийской конференции по нейрокомпьютерам [7]. Итак, искусственный интеллект.

Создание ИИ - это проблема *творения живого* или искусственной жизни небелкового субстрата. До сих пор нет четкого, непротиворечивого определения и критериев живого и его границ [69].

По АРИСТОТЕЛЮ "В разлагающихся телах зарождается живые существа..." [69]. Те же процессы мы находим в митогенетических лучах А.Г.ГУРВИЧА, когда *деградационпые излучения* стимулируют серию дроблений (делений) яйца - развитие организма. Жизнь как воспроизведение наследственности, репликация белковых структур не является линейной суперпозицией волновых функций ШРЕДИНГЕРА, отдельных частей волнового генома П. ГАРЯЕВА [70]. Ген - это эволюционирующая волна вероятностей, а в НК "ЭМБРИОН" мы имеем *виртуальный ген* (смотри Занятие 11).

Основная идея создания живой материи на основе методов НТ - это сканирование (или съем информации) живой ткани и синтез с помощью МР-ассемблеров и других устройств НТ неоднородной сложной системы - искусственной клетки, ткани, органа, организма.

Если информация о сущности жизни записана на атомно-молекулярном уровне, то такие процессы в принципе возможны, а если на более глубоком уровне материи или, даже, на уровне *физического вакуума* (Г.ШИНОВ [1]), то наступает область "неопределенности ГАЙЗЕНБЕРГА".

Священное писание определяет трехуровневую сущность или устройство человека:

а) Соматический уровень (физиологический) - ТЕЛО,
б) Психический или уровень жизнедеятельности - ДУША,
в) Информационный или идеальный уровень - ДУХ.

Для сравнения, обратите внимание на существование трех уровней реальности в Н.К. "ЭМБРИОН" [71].

Душа и дух создаются ТВОРЦОМ при рождении человека [69]. "Вложение" души и духа в организм происходит, как утверждает БИБЛИЯ, в начале создания Вселенной на 6-й день творения АДАМА, либо при рождении ребенка от матери (смотри, например, [72]).

Можно ли заморозить живое (крионика, гиоернация), а затем воскресить дух и душу личности? Не потеряем ли мы сущность? Сохранится ли набор функций (обмен) и разум, индивидуальность, сознание? Где хранится информация о сознании? Эксперименты и модели на НК "ЭМБРИОН" [14] помогут пролить свет на эту трудную проблему и подсказать ответы на выше поставленные вопросы.

"Вложение" души и духа - это ПРОГРАММИРОВАНИЕ, ввод извне ИНФОРМАЦИИ для "правильного" функционирования тела, чтобы оно стало живым. В НК "ЭМБРИОН" таким местом ввода или "вложения" души является БВГ-Блок Выдвижения Гипотез [2], [7].

12.6. Основные направления применения нейрокомньютера"ЭМБРИОН" в нанотехнологии

1. В качестве управляющего макрокомпьютера, генерирующего многоканальные ультразвуковые или акустические волны для управления МР-ассемблерами первого поколения.

2. Моделирование и расчеты квантово-механических волновых процессов, происходящих в нанотранзисторах ААРОНОВА-БОМА, и выбор их оптимальных параметров.

3. Управление многозондовым СТМ, при числе зондов равном 2n, где n-разрядность НК.

4. Повышение производительности и экономической эффектив ности нано-технологических процессов за счет многозондового управления СТМ от НК.

5. Моделирование объемных многомерных, многослойных тун нельных элементов и функциональных узлов как активной среды будущих компьютеров.

7. Применение метода Монте-Карло, реализованною и ПК "ЭМБРИОН", для молекулярного моделирования как единственно возможного, с точки зрения И.БАСКИНА [64], вычислительного подхода в молекулярной динамике нанотехнологических процессов.

8. Моделирование движений легких электронов на основе при ближения БОРНА-ОППЕНГЕЙМЕРА, путем введения силового по ля как функции потенциальной энергии от координат атомов.

9. Расчеты на НК в рамках приближения ХАРТРИ-ФОКА (ме тода молекулярных орбиталей) и неэмпирические расчеты протека ния химических реакций.

10. Визуализация на НК в реальном масштабе времени деталей молекулярных машин методом виртуальной реальности без трудо емкого программирования на языке VRML или языков CAD-систем.

11. Значительная экономия числа контактов и переходов между слоями в нейрокомпьютерных наноэлектронных ЧИПах за счет реа лизации множества виртуальных связей между нейронами в слоях и между слоями.

12. Создание на базе виртуального НК проводящих наноструктур на поверхности диэлектрической подложки за счет процессов излучения и поглощения вещества в точках бифуркации виртуаль ного поля. Это решение стратегической проблемы создания прин ципиально новых активаторов НТ-процессов [65, 76].

13. Использование НК с перестраиваемым спектром излучений для управления МР для Земли и Космоса.

14. Моделирование на НК процессов эволюции и самовоспро изведения.

15. Моделирование сознания и интеллекта личности разумных виртуальных нанонейрокомпьютеров как встроенных устройств Управления в МР-ассемблеры.

16. Решение уравнений ШРЕДИНГЕРА путем моделирования волновых функций.

17. Создание многоканальных излучателей и приемников с пе рестраиваемыми спектрами, эффективных высокочувствительных фотоприемников и детекторов торсионных полей и излучений [1], [7].

12.7 Итоги

На настоящем занятии сделана попытка показать актуальность и перспективность применения *виртуального нейрокомпьютера* ***типа "ЭМБРИОН"*** в высоких информационных и нанотехнологиях.

Работа по применению НК исключительно многогранна и объемна, требует комплексного подхода к организации работ и соответствующих средств.

Автор надеется на то, что идущая в науку молодежь заинтересуется нетрадиционным подходом к решению проблем нанотехнологии и нейрокомпьютерного проектирования и откликнется на призыв принять участие в интереснейших перспективных исследованиях, а спонсоры - окажут им помощь.

12.8. Задания

1. *Попробуйте разработать нейрокомпьютерную модель нанотранзистора.*
2. *Найдите отпет на вопрос: можно ли с помощью нейрокомпьюте ра осуществить квантовую телепортацию вещества? (готовится к изданию статья автора на эту тему)*
3. *Постройте нейрокомпьютерный передатчик ЛИЧНОСТИ ([68])-*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вот мы и закончили с Вами, дорогой читатель, изучать настоящий курс занятий, посвященный изложению парадигмы нейрокомпьютеров типа "ЭМБРИОН".

Вы, вероятно, не раз ругали себя за то, что взялись в него вникать, а автора за тот невообразимый конгломерат сведений из разных областей знания, который он привлек для выражения своих мыслей. Один мой хороший друг сказал как-то об "ЭМБРИОНЕ", что "это не более, чем конденсатор, который разряжается через управляемое сопротивление". Я согласен, но и оконная задвижка, если ее рассмотреть на микроуровне, не просто ключ типа "ДА-НЕТ".

Многие вопросы остались не освещенными, за бортом наших занятий, а многие решения примитивны с точки зрения специалиста конкретной области науки. Но мне хотелось передать Вам свое видение такой комплексной проблемы, как нейрокомпьютинг, проблемы создания ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА с позиции системности на разных иерархических уровнях организации и функционирования одновременно.

Вы познакомились с необычной парадигмой, в которой почти нет ничего от классики современного нейрокомпьютера. Это и недостаток, и достоинство настоящего подхода. Не всем же петь одну песню!

В Ваших руках теперь имеется необычный *кваптово-механичес-кий преобразователь информации* или объект, с которым Вы можете проводить дальнейшие работы и эксперименты:

изучать на нем экспериментально основные положения теории физического вакуума Г.ШИПОВА и теории относительности А.ЭЙНШТЕЙНА, свойства пространства-времени, материю и ее связь с геометрией;

* создавать свое пространство-время, управлять его кривизной и кручением;

* разрабатывать математический аппарат описания такой сложной динамической системы;

* совершенствовать структуру и конструкцию ее как нейрокомпьютера и решать с его помощью различные прикладные задачи;

* моделировать явления "фантома", изучать сущности понятий "ДУХ", "ДУША" и "ТЕЛО", исследовать поля, спектры их излучений, изменение их границ на различных уровнях организации и этапах онтогенеза (эволюции), "жизни" объектов;

* исследовать проблему ассоциативной памяти и изменения ее свойств от молодости к старости;

* создавать надежные высокотехнологичные системы обработки информации на основе СБИС, нейрочипов и биочипов;

* моделировать синергетические закономерности взаимного превращения хаоса в порядок и обратно в системах коллективного взаимодействия, законы причинности, необходимости и случайности;

* моделировать нейрофизиологические процессы и закономерности (рефлексы, доминанту, стрессовые реакции, эмоции), а также психологические и психические проявления;

* создавать искусственный мозг средствами нанотехнологии.

Человеческой фантазии нет предела. Не стесняйтесь и не бойтесь на обычные вещи и явления взглянуть необычным образом!

На этом пути Вас ждут большие удачи и огромное удовлетворение. Дерзайте! Не жалейте сил! И пусть у Вас это будет моментом очередною творческого Большого Взрыва, моментом рождения Вашей новой ИНФОРМАЦИОННОЙ ЖИВОЙ ВСЕЛЕННОЙ, вариантом нового ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, а нейрокомпьютер типа "ЭМБРИОН" будет информацией в исходной точке СИНГУЛЯРНОСТИ в момент Вашего БОЛЬШОГО ВЗРЫВА.

Так в добрый путь, /Дорогой мой Читатель!

В. Цыганков

г. Москва, 15 ноября 2000 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. ШИПОВ Г.И. Теория физического вакуума. М. Наука. 1997.
2. ЦЫГАНКОВ В.Д. Нейрокомпьютер и его применение. М. Сол Систем. 1993.
3. УОССЕРМЕН Ф. Нейрокомпыотерная техника. М. Мир. 1992.
4. АНОХИН П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. М. Медицина. 1968.
5. АНОХИН П.К. Теория функциональной системы.//ж-л. Ус пехи физиологических наук. Том.1. № 1. 1970.
6. БЕРНШТЕЙН Н.А. О построении движений. М. Медицина. 1947.
7. ЦЫГАНКОВ В.Д., ЛОПАТИН В.Н. Психотронное оружие и безопасность России. М. Синтег, 1999.
8. ТЕНК, ХОПФИЛД. Коллективные вычисления в нейроподобных электронных схемах, //ж-л. В мире науки. № 2. 1988.
9. ГУРВИЧ А.Г. Теория биологического поля. М. Советская наука, 1944.
10. ЭЙНШТЕЙН А. Собрание научных трудов. Том. 4. М. Нау ка. 1966.
П. ЦЫГАНКОВ В.Д. Квантовая сингулярность. М. МАИ. 1997.
12. ЭЙГЕН М. Самоорганизация материи и эволюция биологи ческих макромолекул. М. Мир. 1973.
13. ХАКЕН Г. Информация и самоорганизация. М. Мир. 1991.
14. ЦЫГАНКОВ В.Д. Вселенная Хокинга и нейрокомпьютер. М. Синтег. 2000.
15. БЕРКОВИЧ С.Я. Клеточные автоматы как модель реально сти. М. МГУ. 1993.
16. ХАРМУТ Х. Применение методов теории информации в физике. М. Мир. 1989.

17 ШЕПЕРД Г. Нейробиология. М. Мир. 1987.
18 УХТОМСКИЙ А.А. Доминанта. М.-Л. Наука. 1966.
19 ЦЫГАНКОВ В.Д. Нейрокомпьютер и Вселенский Разум. М. Синтег.(в печати).
20 БУШ Р., МОСТЕЛЛЕР Ф. Стохастические модели обучае мости. М. Физматлит. 1962.
21. ЦЫГАНКОВ В.Д., ДОВГИЙ И.Н. Обучающаяся машина. А.С. №36028.1967.
22. КОГАН А.Б. Эволюционный подход к изучению принципов нейронной организации мозга. //Сб. Проблемы нейрокибер-ыетики. Том. 2. Ростов на Дону, РГУ. 1968.
23. ПОСПЕЛОВ Д.А. Игры и автоматы. М. Энергия. Вып. 188. 1966.
24. ЧЕТАЕВ А.Н. Нейронные сети и цепи Маркова. М. Наука. 1985.
25. АНДРЕЕВ В.Н., ИОФФЕ А.Я. Эти замечательные цепи. М. Знание. 1987.
26. ВЕНТЦЕЛЬ Е.С., ОВЧАРОВ Л.А. Теория случайных про цессов и ее инженерные применения. М. Наука. 1991.
27. БУХАРАЕВ Р.Г. Основы теории вероятностных автоматов. М. Наука. 1990.
28. ГОРБАНЬ А.Н. Обучение нейронных сетей. М. СП. Пара Граф. 1990.
29. БИР Ст. На пути к кибернетическому предприятию. //Сб. Принципы самоорганизации. М. Мир. 1966.
30. ЦЫГАНКОВ В.Д. Дискретно-волновое вероятностное поле в одной нейротехнической системе. //Сб. Нейробионика. Киев. АН УССР. 1970.
31. ЦЫГАНКОВ В.Д. Бытовой нейрокомпьютер "ЭМБРИОН". //ж-л. Байтик. № 2 и № 4. 1991.
32. БАУЭР Э.С. Теоретическая биология. М.-Л. ВИЭМ. 1935.
33. ГУРВИЧ А.А. Проблема митогенетических излучений как аспект молекулярной биологии. Л. Медицина. 1968.
34. НАЛИМОВ В.В. Спонтанность сознания. Вероятностная теория смыслов и смысловая архитектоника личности. М. Прометей. 1989.

35 ВВЕДЕНСКИЙ Н.Е. Соотношение между ритмическими процессами и функциональной активностью возбужденного нервномышечного аппарата. //Собрание сочинений. Том 3. М. 1952.
36. НАСОНОВ Д.Н. Местная реакция протоплазмы и распро страняющееся возбуждение. М. Наука. 1962.
37. СЕЛЬЕ Г. Очерки об адаптационном синдроме. М. Медгиз. 1980.
38. СИМОНОВ П.В. Три фазы в реакциях организма на возрас тающий стимул. М. АН СССР. 1962.
39. ПАВЛОВ И.П. Двадцатилетний опыт объективного изуче ния ВНД (поведения) животных. М. Медгиз. 1951.
40. УХТОМСКИЙ А.А. Собрание сочинений в 4-х томах. Л. 1954.
41. ЦЫГАНКОВ В.Д. Некоторые замечания к общей теории мозга. //Кн. Принципы системной организации функций. М. Наука. 1973.
42. ПОЛЯКОВ Г.И. О принципах нейронной организации моз га. М. МГУ. 1965.
43. ЭШБИУ.Р. Конструкция мозга. М. Мир. 1962.
44. БАДАЛЯН Л.О. Невропатология. М. Просвещение. 1982.
45. СЕЧЕНОВ И.М., ПАВЛОВ И.П., ВВЕДЕНСКИЙ Н.Е. Фи зиология нервной системы. //Избранные труды в 4-х выпус ках. М. Медгиз. 1952.
46. ЦЫГАНКОВ В.Д. Моделирование механизмов интерсен сорного переноса как важнейшего звена искусственного ин теллекта. Канд. дисс. М. Медицина. 1973.
47. ХАКЕН Г. Синергетика. М. Мир. 1980.
48. ЛОСКУТОВ А.Ю., МИХАЙЛОВ А.С. Введение в синерге тику. М. Наука. 1990.
49. СИМОНОВ П.В. Эмоциональный мозг. М. Наука. 1981.
50. СИМОНОВ П.В. Мотивированный мозг. М. Наука. 1987.
51. НЕЧЕТКИЕ МНОЖЕСТВА. Последние достижения. Под Ред. Р. ЯГЕРА. М. Радио и связь. 1986.
52. АНОХИН П.К. Внутреннее торможение как проблема фи зиологии. М. Медгиз. 1958.

53 РАСТРИГИП Л.А. Компьютерное обучение и самообуче ние //ж-л. Информатика и образование. № 6. 1991.
54 СЕЧЕНОВ И.М. Рефлексы головного мозга. М. АМН СССР. 1952.
55 БОНГАРД М.М. Проблемы узнавания. М. Наука. 1967.
56. ФЛЕЙВЕЛЛ Дж. Х. Генетическая психология Жанна ПИАЖЕ. М. Просвещение. 1967.
57. ЗАПОРОЖЕЦ В.П. и др. Восприятие и действие. М. Про свещение. 1967.
58. SCHRODINGER E. Space-time structure. Cambridge at the University Press. 1950.
59. СЕМЕНОВ Н.Н. Цепные реакции. Ленинград, Госхимиздат. 1934.
60. HOLT A.C. Prospects for a breakthrough in field dependent propulsion. AIAA Paper. 1980. № 1233.
61. ХОЛТ А.К. Виртуальные пространственно-временные мно гообразия. Нью-Йорк. 1981.
62.АУЭРБАХ Ш. Генетика. Атомиздат. 1968.
63. ШИПИЛОВ А. О дивный, новый мир. //Компьютерра, № 41 (218), 1997. Стр. 30.
64. БАСКИН И. Компьютерное моделирование в молекулярной нанотехнологии. // Там же. Стр. 34.
65. ЛУСКИНОВИЧ П. Нанотехнология. // Там же, Стр. 43.
66. ФОК В.А. Квантовая физика и строение материи. М. Зна ние. 1965.
67. СОЛОВЬЕВ М. Нанотехнология - ключ к бессмертию и сво боде. // Компьютерра, № 41 (218), 1997. Стр.48.
68. ЦЫГАНКОВ В.Д. Нейрокомпьютер "ЭМБРИОН" как гене ратор и преобразователь смыслов в вероятностной модели личности.//ж-л. РИУ (Радиоэлектроника, Информатика, Управление), № 1. 2000. Запорожье. ЗГТУ.
69. ВАННАХ М. Творения в роли творца, или могущество кар-ликов./.Компьютерра, №41 (218), 1997. Стр.52.
70. ГАРЯЕВ П.П. Волновой геном. М. Общественная польза, 1994.

71. ЦЫГАНКОВ В.Д. Информационный фантом возбуждения квазинейронной сети в нейрокомпьютере "ЭМБРИОН". //Труды международной конференции "Теория и общие во просы обработки аналоговой информации". Ульяновск. 1999.
72. БИБЛИЯ. Нью-Йорк. 1995.
73. ВЕЛЬХОВЕР Е.С. Клиническая иридология. М. Орбита. 1992.
74. ДМИТРИЕВ В.П. Стохастическая механика. М. ВШ. 1990.
75. ШЕРРИНГТОН Ч. интегративная деятельность нервной системы//в кн. "Рефлекторная деятельность спинного моз га". М.-Л. Медицина. 1935.
76. ЦЫГАНКОВ В.Д. Виртуальный нейрокомпьютер "ЭМБРИОН" как информационный лазер // ж-л. РИУ. № 2. 1999.