

Институт психологии РАН  
Казанский государственный университет  
Ассоциация когнитивных исследований

# КОГНИТИВНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Сборник научных трудов**

**Выпуск 2**

ОТВЕТСТВЕННЫЕ РЕДАКТОРЫ  
***В.Д. СОЛОВЬЕВ, Т.В. ЧЕРНИГОВСКАЯ***



Издательство  
«Институт психологии РАН»  
Москва — 2008

УДК 159.9.07  
ББК 88  
К 57

*Печатается по постановлению редакционно-издательского совета  
Межрегиональной ассоциации когнитивных исследований*

Ответственные редакторы  
***В.Д. Соловьев, Т.В. Черниговская***

Редакционная коллегия серии:  
***Б.М. Величковский*** — председатель  
***В.Д. Соловьев*** — зам. председателя  
***Д.В. Ушаков*** — зам. председателя  
***В.М. Алахвердов, Ю.И. Александров, К.В. Анохин, В.А. Барабанищikov, Д. Канеман, А.А. Кибрик, В.А. Лекторский, С.В. Медведев, М. Познер, Д.А. Поспелов, А.О. Прохоров, В.Г. Редько, Х. Риттер, Д. Слобин, Т.Н. Ушакова, М.А. Холодная, Ю.Е. Шелепин, Т.В. Черниговская***

**К57 Когнитивные исследования:** Сборник научных трудов: Вып. 2 / Под ред. В.Д. Соловьева, Т.В. Черниговской.— 2008.— 320 с. (Когнитивные исследования)

УДК 159.9.07  
ББК 88

Серия «Когнитивные исследования» была создана для публикации монографий и сборников статей, посвященных разным аспектам когнитивной науки — от психологии и лингвистики до инженерии знаний и проблем искусственного интеллекта. Выпуск 2 подготовлен по материалам Второй международной конференции по когнитивной науке, состоявшейся в Санкт-Петербурге в 2006 г. Вошедшие в сборник статьи отражают некоторые приоритеты исследователей в данной области.

*Издание осуществлено при финансовой поддержке  
Российского гуманитарного научного фонда (РГНФ)  
проект № 07-06-16053д*

© Институт психологии РАН, 2008

ISBN 978-5-9270-0131-6

# СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	5
<i>Т.В. Черниговская, В.Д. Соловьев</i>	

## Раздел 1

### КОГНИТИВНЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МОЗГА

МАГИЯ ТВОРЧЕСТВА И ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ. ФАКТЫ, СООБРАЖЕНИЯ, ГИПОТЕЗЫ .....	9
<i>Н.П. Бехтерева</i>	
СОЗРЕВАНИЕ РЕГУЛЯТОРНЫХ СТРУКТУР МОЗГА И ОРГАНИЗАЦИЯ ВНИМАНИЯ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА .....	32
<i>Р.И. Мачинская, Е.В. Крупская</i>	
СОСТОЯНИЯ КОРЫ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА ПРИ ВНУТРЕННЕЙ ИНДУКЦИИ ЭМОЦИЙ .....	48
<i>С.Г. Данько</i>	

## Раздел 2

### БАЗОВЫЕ КОГНИТИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

ПРОБЛЕМА ВОСПРИЯТИЯ И ДЕЙСТВИЯ: НОВАЯ ПЕРСПЕКТИВА.....	75
<i>Е.А. Сергиенко</i>	
ДОВЕРЧИВАЯ ПАМЯТЬ: КАК ИНФОРМАЦИЯ ВКЛЮЧАЕТСЯ В СИСТЕМУ АВТОБИОГРАФИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ .....	87
<i>В.В. Нуркова</i>	
ВОЗРАСТНЫЕ И ПОЛОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СЕМАНТИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВ ПСИХИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ.....	102
<i>А.О. Прохоров</i>	
ОБОБЩЕНИЕ, УМОЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО АНАЛОГИИ И ДРУГИЕ КОГНИТИВНЫЕ СПОСОБНОСТИ ВРАНОВЫХ ПТИЦ .....	126
<i>З.А. Зорина, А.А. Смирнова</i>	
INDICATING THE LAST GLANCE: TASK RELATED DIFFERENCES OF EYE POSITION AND THE PERCEIVED FOCUS OF VISUAL WORK.....	148
<i>Jens R. Helmert, Sebastian Pannasch, Boris M. Velichkovsky</i>	

## Раздел 3

# КОГНИТИВНАЯ ЛИНГВИСТИКА И ПСИХОЛИНГВИСТИКА

ФОРМИРОВАНИЕ ГЛАГОЛЬНОЙ ПАРАДИГМЫ В РУССКОМ ЯЗЫКЕ: ПРАВИЛА, ВЕРОЯТНОСТИ, АНАЛОГИИ КАК ОСНОВА ОРГАНИЗАЦИИ МЕНТАЛЬНОГО ЛЕКСИКОНА .....	165
<i>Т.В. Черниговская, К. Гор, Т.И. Свистунова</i>	
ДЕТСКИЕ АНЕКДОТЫ И ОСТРОУМИЕ У ДЕТЕЙ: КОГНИТИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И КОММУНИКАТИВНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ .....	182
<i>И.В. Утехин</i>	
КОНЦЕПТУАЛИЗАЦИЯ ПАМЯТИ И ЗАБВЕНИЯ В РУССКОМ ЯЗЫКЕ.....	209
<i>Анна А. Зализняк</i>	
К ВОПРОСУ О ВАЛИДНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ПСИХОЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ.....	231
<i>О.В. Федорова</i>	

## Раздел 4

# МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПОДХОДЫ

ФОРМАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ПОНЯТИЮ «ЗНАНИЕ» И ПРОБЛЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЗНАНИЯ.....	265
<i>О.П. Кузнецов</i>	
КОГНИТИВНЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ГУМАНОИДНЫМИ РОБОТАМИ.....	276
<i>Л.А. Станкевич</i>	
ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ИНЖИНИРИНГ: ОТ ИСТОРИИ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ФОРМИРОВАНИЮ ПРИКЛАДНЫХ ОНТОЛОГИЙ.....	293
<i>Т.А. Гаврилова</i>	
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ОНТОЛОГИЙ ДЛЯ ПОРТАЛА НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ .....	308
<i>Ю.А. Загоруйко</i>	
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ .....	318

# ПРЕДИСЛОВИЕ

**Т.В. Черниговская**

**В.Д. Соловьев**

Второй выпуск научных трудов серии «Когнитивные исследования» подготовлен по материалам Второй международной конференции по когнитивной науке (The Second Biennial Conference on Cognitive Science), проходившей с 9 по 13 июня 2006 г. в Санкт-Петербурге. Конференция проводилась под эгидой Международного общества когнитивной науки (Cognitive Science Society) и Российской Ассоциации когнитивных исследований при поддержке Правительства Санкт-Петербурга и продолжала начатую в Казани в 2004 г. консолидацию мультидисциплинарного сообщества ученых, изучающих когнитивные процессы. Подготовка конференции потребовала объединенных усилий целого ряда научных, образовательных и административных учреждений, в чем главную роль играли Санкт-Петербургский и Московский государственные университеты, несколько институтов Российской академии наук и Российская ассоциация искусственного интеллекта.

Целью конференции была организация форума для представителей наук, исследующих познание, мышление, их эволюцию и биологическую и социальную детерминированность, проблемы интеллекта, восприятия, сознания, представления и приобретения знаний, специфику языка как средства познания и коммуникации, мозговые механизмы познания и сложных форм поведения. К участию приглашались психологи, лингвисты, нейрофизиологи, специалисты по искусственному интеллекту, нейроинформатике и компьютерной науке, философы, антропологи и другие ученые, занимающиеся когнитивными исследованиями.

О масштабе петербургской конференции красноречиво свидетельствуют цифры: 518 докладов 782 авторов из 33 стран. Столь высокий интерес отражает современное стремление к интеграции дисциплин, ранее разделенных по разным отраслям знания, — прежде всего, психологии, физиологии, лингвистики, искусственного интеллекта, семиотики. Их движение навстречу друг другу в рамках когнитивной науки, особенно заметное на протяжении последних двух-трех десятилетий (впервые конференция по когнитивной науке состоялась в 1979 г. в Сан-Диего, США), объясняется потребностью в совместном исследовании познавательной системы человека и животных на основе данных, полученных в разных научных областях. Не вдаваясь в философские и научные

корни так называемой «когнитивной революции», отметим, что происходящий на наших глазах междисциплинарный синтез осуществляется под лозунгом объединения знаний о человеке и тесно связан с признанием «антропного фактора» не только в гуманитарных, но и в естественных науках.

Объединение разных дисциплин, однако, требует наличия общих концептуальных оснований, «общего языка», на котором их представители смогли бы говорить и понимать друг друга. Поиск такого общего языка и составляет важнейшую задачу современной когнитивной науки; неслучайно организаторы Санкт-Петербургской конференции призывали к тому, чтобы присылаемые доклады представляли общенаучный, а не узкоспециальный интерес и отвечали критерию междисциплинарной понятности.

В работе этого научного форума принимали участие крупнейшие отечественные и зарубежные специалисты. Честь открытия конференции принадлежала академику Н.П. Бехтеревой, выступившей с докладом «Магия творчества и психофизиология. Факты, соображения, гипотезы», текст которого публикуется в настоящем сборнике. Важнейшей частью конференции стали обзорные лекции ведущих мировых экспертов по когнитивным исследованиям, открывавшие и закрывавшие программу каждого дня. Кроме устных пленарных и секционных докладов, на конференции работали также специализированные симпозиумы, стендовые секции и круглые столы. Было организовано два конденсированных учебных курса: по искусственному интеллекту и нейролингвистике.

Доклады конференции охватывали широкий спектр когнитивных исследований в таких областях, как нейрофизиология и нейропсихология, философия и теория искусственного интеллекта, лингвистика и психология, литературоведение и семиотика.

Завершила конференцию официальная процедура присуждения Джакомо Риззолатти (Италия) звания почетного доктора Санкт-Петербургского государственного университета и его лекция «Зеркальные системы и эволюция языка». Более подробная информация о конференции доступна на сайте: [www.cogsci.ru/cogsci06/](http://www.cogsci.ru/cogsci06/).

Настоящий сборник составлен из написанных по приглашению статей участников Санкт-Петербургской конференции. Тематика статей выбрана таким образом, чтобы дать читателю связное представление о современном состоянии когнитивной науки. Статьи сгруппированы по четырем направлениям: *базовые когнитивные механизмы, когнитивные аспекты психофизиологии, математические и компьютерные модели, психолингвистика и когнитивная лингвистика*, пожалуй, достаточно точно отражающим приоритеты российских исследователей.

# Раздел 1

## КОГНИТИВНЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МОЗГА

# МАГИЯ ТВОРЧЕСТВА И ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ: ФАКТЫ, СООБРАЖЕНИЯ, ГИПОТЕЗЫ\*

*Н.П. Бехтерева*

Современная физиология мозга человека — результат интенсивного развития инвазивных и неинвазивных технологий второй половины и главным образом — последних десятилетий XX в. Взаимообогащение и взаимопроникновение идей и достижений физиологии мозга человека и психологии определило реальный базис для попыток проникновения в психофизиологию творчества, его мозговую организацию и мозговые механизмы.

Вклад сотрудников Института мозга человека РАН в формирование и становление современной физиологии мозга человека весьма существенен. По чисто паранаучным причинам он более значителен в первом прорыве XX в., когда оказалось возможным с максимальной полнотой судить о событиях, происходящих в микромирах мозга (Бехтерева, 1997), однако, и во втором «технологическом» прорыве наше участие обозначено пионерскими работами именно в области психофизиологии творчества. Подойти к этой сложной, захватывающей, но одновременно и коварной проблеме нам позволил долгий путь изучения мозговой топографической организации и, что очень важно, мозговых механизмов мышления (Бехтерева, 1965–1999). Картирование и микрокартирование мозга при реализации различных функций лишь на первых порах оказывалось основной задачей, сменяясь сверхзадачей изучения механизмов управления мозговой функциональной организацией высших функций. Такому подходу субъективно, по-видимому, способствовало почти случайное открытие нами в 1968 г. и последующее осмысление одного из важнейших мозговых механизмов — особенно в том, что касается высших функций — детекции ошибок (Bechtereva, Gretchin, 1968).

Изучение мозговой организации и мозговых механизмов творчества реально стало осуществимым в сегодняшнюю «технологическую» эру, когда

---

\* На основе экспериментальных исследований сотрудников лаборатории С.Г. Данько, М.Г. Старченко, Н.В. Шемякиной.



в мозговой физиологии оказалось возможным уйти от поистине сизифова труда примитивных форм анализа данных. Реорганизация физиологических процессов мозга при индуцированном развитии творческого процесса исследуется нами на основе анализа данных локального мозгового кровотока (ЛМК) с помощью позитронноэмиссионной томографии (ПЭТ) и количественной электроэнцефалографии — локальной и пространственной синхронизации. Уникальным изучением творчества делает эти исследования психологический аспект работы, создающий модельную ситуацию вербального творчества и позволяющий далее с помощью адекватных контролей максимально «изымать» из физиологических данных шаг за шагом все, не являющееся собственно творчеством. Конструирование психологических тестов при изучении творчества постоянно совершенствуется и в соответствии с конкретной «подзадачей», и стремлением к «идеалу». Вполне понятно, что выделение физиологических механизмов собственно творчества — задача, на пути решения которой исследователя ожидают далеко не одни удачи.

Тесты на вербальную креативность предъявлялись в наших исследованиях волонтерам на экране монитора в виде черно-белых матриц с наборами различных текстов и с соответствующими словесными заданиями к ним. Опыт предварительных психологических исследований (Старченко, 2000) показал, что испытуемые использовали разные стратегии при решении предъявляемых им психологических заданий. Соответственно, далее использовались две разные (основные) конструкции тестов. Естественно, не исключено, что этими двумя вариантами возможные различия в способах решения вербальных задач не исчерпываются. Далее тесты реконструировались в соответствии с конкретными задачами.

В отличие от дальнейшего изложения материала, описание первых двух типов тестов приводится здесь достаточно подробно.

Первый тест состоял из четырех заданий. В каждом задании испытуемому предъявлялись в течение 90 секунд черными буквами на белом фоне в виде матрицы наборы из 16 слов (8 инфинитивов и 8 существительных единственного числа именительного падежа). Слова состояли из 2–3 слогов и не повторялись в разных заданиях.

В первом задании «D» (наиболее сложный вариант) испытуемые должны были составить в уме рассказ, используя как можно больше слов из предъявленного списка. Слова в нем принадлежали разным семантическим полям (сложный вариант). Второе задание «E» было аналогично первому, однако предъявляемые слова принадлежали одному семантическому полю (более простой вариант). В этих заданиях разрешалось использовать дополнительно свои слова и менять грамматические формы предъявленных слов. Третье задание «R» состояло в восстановлении связного текста из слов без изменения порядка их следования, но при изменении словоформ и добавлении служебных слов. Четвертое задание «W» (запоминание слов) требовало механического запоминания слов в заданном порядке, сначала начинающихся на одну, затем на другие буквы и соответствующего их последующего воспроизведения. Таким образом, три типа контрольных заданий позволили максимально приблизиться к получению в результате ряда контрастов данных о мозговой организации собственно творческого процесса.

Второй тест состоял из трех заданий. В каждом задании испытуемому предъявлялись в течение 90 секунд черными буквами на белом фоне в виде матрицы наборы из 12 слов — существительных в именительном падеже. Все слова состояли из 1–4 слогов и не повторялись в разных заданиях. В первом задании «D» испытуемому нужно было посредством произнесения вслух слов-существительных, ассоциативно связанных друг с другом, переходить по цепочке от одного слова к другому. Например, цепочкой между словами «стекло, река» могли являться слова «отражение, вода», и таким образом одна из цепочек выглядела как «стекло, отражение, вода, река». Во втором задании «E» испытуемому нужно было к каждому слову из матрицы, представляющему какую-то категорию, назвать 5 слов, относящихся к данной категории. Например, «одежда» — «брюки, юбка, носки, рубашка, галстук» и т.д. Третье задание «R» представляло собой чтение вслух слов, представленных на матрице (Danko et al., 2003; Bechtereva et al., 2004).

Данные электроэнцефалографии теоретически позволяли проводить обсуждение полученных результатов с использованием мирового опыта, так как принципиально подобного рода работы проводились с середины 1990-х годов (Petsche, 1996, 1997; Molle, 1996, 1999; Rasumnikova, 2000; Jausovec, Jausovec, 2000). Однако различия в методических подходах и, соответственно, в результатах определяли сложности в сопоставлении данных. Что касается так называемых новых технологий, то работы по изучению мозговой организации и механизмов творчества на их основе начались лишь в последние годы (Бехтерева и соавт., 2000, 2001; Carlsson, 2000; Bechtereva et al., 2004).

Методические аспекты исследований подробно приведены в соответствующих статьях (Бехтерева и др., 2000; Bechtereva et al., 2005). Как и можно было предположить, данные ЭЭГ позволили обнаружить прежде всего общую реакцию активации, наиболее выраженную при выполнении наиболее сложного, творческого задания, что проявилось в соответствующих контрастах (D-E, D-R, D-W и др.). Однако на основе данных локальной синхронизации выявлены также местные перестройки преимущественно в височных областях, причем в контрасте D-E различия локальной синхронизации в передневисочных зонах были достоверны слева.

Что касается пространственной синхронизации, то наибольшее количество достоверных различий обнаруживалось в контрастах D-R и D-W. Достоверное увеличение контраста пространственной синхронизации в D-E обнаруживалось не во всех группах обследованных лиц.

Полученные данные оказались принципиально воспроизводимыми, однако, как правило, последующие исследования приводили и к получению дополнительных материалов. Идеальной воспроизводимости данных на разных группах испытуемых может препятствовать ряд факторов, причем индивидуальный опыт испытуемых играет здесь не последнюю роль.

Почти тривиальным может считаться здесь пожелание о «проведении дополнительных исследований», а также сопоставимых, и желательно аналогичных работ в различных лабораториях, на разных группах лиц.

Следует, однако, подчеркнуть, что и в этом случае не исключено, что никакие высокие технологии сегодняшнего и завтрашнего дня не спасут от

некоторого разнообразия в результатах в связи с индивидуальными вариациями стратегий и тактик мозга в «свободном полете» творчества, при решении задач, регламентированных (если!) только желанным результатом.

Проведение исследований мозговой организации вербального творчества на основе тех же психологических тестов, но с регистрацией нейродинамики по данным измерения локального мозгового кровотока (ПЭТ) также подтвердило возможность получения принципиально воспроизводимых результатов, причем дальнейшие исследования предоставляли все более полные и надежные данные, создавая все более убедительную картину о главных мозговых зонах, наиболее значимых для вербального творчества.

В 2000 г. мы писали о трех зонах активации в мозге в контрасте D-E, четырех зонах активации в контрасте D-R, шести зонах активации в контрасте D-W и т.д. Исследования, проведенные в последующие годы (Старченко, 2002, 2003; Bechtereva, 2004), позволили обнаружить более полную картину, выявить дополнительно ряд зон активации мозгового кровотока в исследуемых условиях (рисунки 1, 2; таблицы 1, 2).

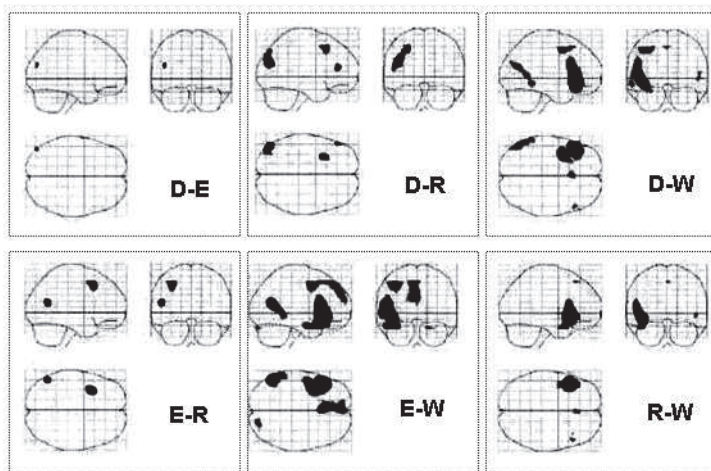
Вполне понятно, что обнаружение множества зон активации в мозге, зависящих от типа контраста, является важным для расшифровки структурно-функциональной организации мозга применительно к основным составляющим творческого процесса. Так, предполагается, что в контрасте D-E обнаруживаются мозговые корреляты гибкости творческого процесса и т.д.

Для иллюстрации (наглядности) результатов о «главных» зонах мозга, обеспечивающих вербальный творческий процесс в зависимости от стратегии решения задач, а также от других важнейших составляющих заданий (и, прежде всего, — фактора сложности), были использованы возможности F-статистики (выявление зон интереса, в которых кровоток меняется в зависимости от условий исследования).

Анализ результатов с помощью F-статистики в условиях применения первого типа задания выявил 8 областей интереса. Графики, иллюстрирующие относительный уровень активации этих областей мозга в различных условиях, могли быть разделены на три паттерна по их виду. В связи с нелинейностью первого паттерна (отсутствием зависимости между уровнем кровотока и последовательности заданий), отвечающего предположению о различиях творческого компонента в заданиях D, E, R и W, данный паттерн активации рассматривается как характеризующий собственно творческий процесс.

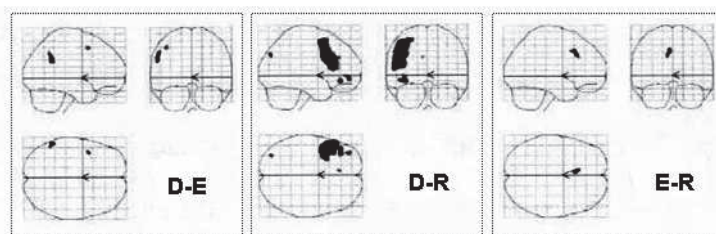
Второй паттерн активации имеет вид линейной зависимости (уровень активации пропорционально снижался от задания D к W). В связи с характером соотношения заданий по сложности предполагалось, что данный линейный паттерн отражает скорее всего именно степень сложности заданий. Третий паттерн активации, где задания D, E и R не различаются по уровню активации, отличаясь в то же время от задания W, отражает, по-видимому, общность заданий D, E и R в построениях синтаксических (грамматических) конструкций (рисунок 3).

Анализ результатов теста второго типа выявил также несколько областей интереса. По той же логике анализа были выделены три группы паттернов, первый из которых предположительно был наиболее тесно связан именно



**Рис. 1.** Статистически достоверные различия локального мозгового кровотока в сопоставлениях кровотока при выполнении испытуемыми вербальных тестов с различной креативной нагрузкой при использовании нормальной (инсайтной) стратегии выполнения заданий:

D — составление связного рассказа из слов разных семантических полей (трудное творческое задание); E — составление рассказа из слов одного семантического поля (легкое творческое задание); R — восстановление связного текста с изменением словоформ (нетворческое задание 1); W — запоминание набора слов с воспроизведением слов, начинающихся сначала на одну букву, затем на другую и т.д.



**Рис. 2.** Статистически достоверные различия локального мозгового кровотока в сопоставлениях кровотока при выполнении испытуемыми вербальных тестов с различной креативной нагрузкой при использовании инсайтной стратегии при выполнении заданий:

D — посредством слов (существительных), ассоциативно связанных друг с другом, формировать цепочку от одного слова к другому слову из разных семантических полей (трудное творческое задание); Y — к каждому слову из текста назвать 5 слов, относящихся к тому же семантическому полю (легкое задание); R — чтение слов из представленного текста вслух (нетворческое задание)

**Таблица 1**  
Результаты исследования при использовании первого теста

Контраст	Полушарие	Структура	Поле Бродмана
D-E	Левое	Средневисочная извилина	39
D-R	Левое	Среднелобная извилина Нижнелобная извилина Средневисочная извилина	8, 9 46 39
D-W	Левое	Среднелобная извилина Средневисочная извилина Верхнелобная извилина Нижнелобная извилина	6 39 8 47
	Правое	Нижнелобная извилина Парагиппокампальная извилина Верхнелобная извилина	45, 47 35 8
E-D	Левое	Средневисочная извилина	38
E-R	Левое	Средневисочная извилина Среднелобная извилина	39 8
E-W	Левое	Верхнелобная извилина Среднелобная извилина Нижнелобная извилина Средневисочная извилина	8 6 47 39
R-D	Левое	Верхневисочная извилина Прецентральная извилина	22 4
	Правое	Прецентральная извилина Предклинье	6 31
R-E	Левое	Верхневисочная извилина	42
R-W	Левое	Верхнелобная извилина Нижнелобная извилина	8 47
	Правое	Верхнелобная извилина Нижнелобная извилина	8 47
W-D	Левое	Прецентральная извилина	4
	Правое	Надкраевая извилина Поясная извилина Предклинье	40 31 7
W-E	Левое	Прецентральная извилина Верхневисочная извилина	4 42
	Правое	Средневисочная извилина Надкраевая извилина Предклинье	21 40 7
W-R	Левое	Предклинье	7
	Правое	Предклинье	7

**Таблица 2**  
Результаты исследования при использовании второго теста

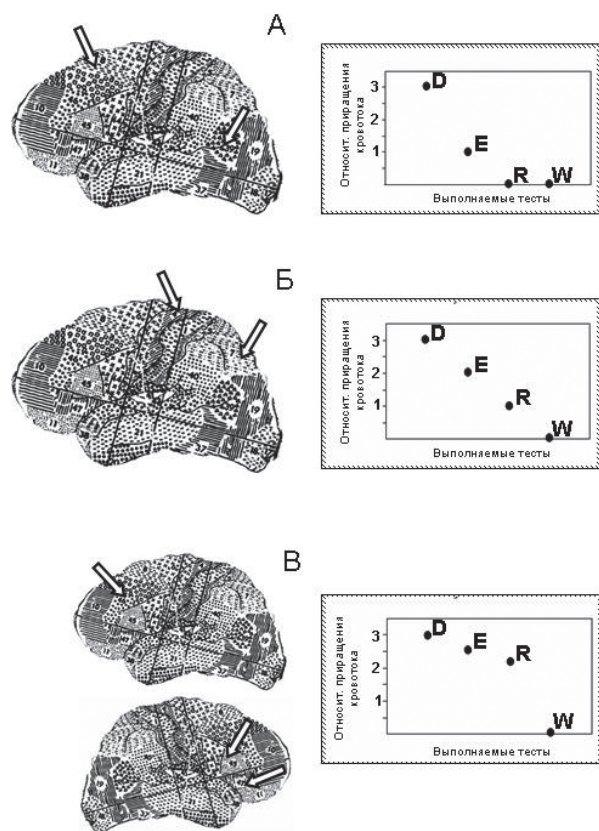
Контраст	Полушарие	Структура	Поле Бродмана
D-E	Левое	Среднелобная извилина Надкраевая извилина	6, 8 40
D-R	Левое	Среднелобная извилина Нижнелобная извилина Поясная извилина Предклинье	8, 10 44, 45, 47 32 19
E-D	Левое	Постцентральная извилина	1/2
E-R	Левое	Поясная извилина	32
R-D	Левое  Правое	Постцентральная извилина Верхневисочная извилина Постцентральная извилина Верхневисочная извилина Поясная извилина	4 22/21 4/6 21 24
R-E	Левое  Правое	Верхневисочная извилина Поясная извилина Прецентральная извилина Верхневисочная извилина	22 31 6 42/22

с творческим компонентом заданий, второй — с их сложностью, а третий скорее всего отражал слуховые составляющие задач (рисунок 4).

Данные исследования областей интереса иллюстрируют связь с творческим компонентом заданий, в первую очередь, средневисочной извилины (ПБ 39). По литературным данным эта структура связана с оперативной рабочей памятью (Collette et al., 2001; Zurowski et al., 2002), с переключением (Sohn et al., 2000), может являться звеном системы, участвующим в образовании параноидных галлюцинаций. Все это не противоречит обеспечению данной зоной гибкости мышления и также важному для творчества подключению фантазии и воображения. Другие зоны существенной активации (например ПБ 8) непротиворечиво литературным данным могут быть связаны с активацией соответствующего массива памяти (Павлова, 1988; Petsche, 1996, 1997 и из более близких по времени и методике работ — данными Carlsson, 2000).

Результаты применения F-статистики к данным ЛМК при реализации теста второго типа подтверждают представленные в таблице 2 данные о связи с творческим процессом левой надкраевой извилины (ПБ 40) и поясной извилины (ПБ 32). Сопоставление с данными соответствующей литературы (Booth et al., 2002; Sohn et al., 2000; Knauff et al., 2000, 2002; Finchan et al., 2002) дает основание полагать, что в данном случае именно поле 40 наиболее тесно связано с творческим процессом и в максимальной степени отвечает за фактор гибкости мышления. ПБ 32, судя по сущности контраста D-R и данным, приводимым в литературе, скорее всего связано с требующимися для успешного



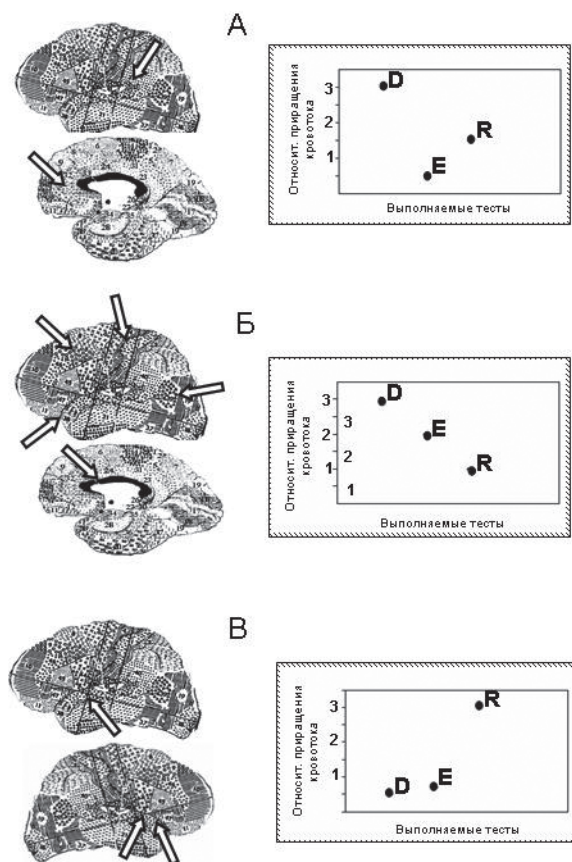


**Рис. 3.** Различные виды (А, Б, В) изменения уровня активации по показателю локального мозгового кровотока при выполнении испытуемыми вербальных тестов D, E, R, W.

Обозначения тестов — те же, что на рисунке 1. Справа стрелками показаны зоны мозга, в которых обнаружены зависимости кровотока от выполняемого теста

решения творческой задачи процессами селекции (Petersen et al., 1988; Pardo et al., 1991; Taylor et al., 1994). Возможно, эта зона отвечает за «собственную» эмоциональную составляющую творческого процесса. Вероятность этих предположений дополняется рядом литературных данных о важности теменных регионов для творческих процессов (Petsche, 1996, 1997; Molle 1999; Jausovec, Jausovec, 2000; Rasumnikova, 2000).

Таким образом, по данным ПЭТ, в известной связи с характером используемой волонтерами стратегии наиболее значимыми зонами для творческого процесса оказались ПБ 39 и 40, причем во втором случае существенно важна и область ПБ 32 (поясная извилина). Как указывалось, в исследованиях наблюдалась существенная активация и в других зонах (ПБ 8, 45, 46, 47) (Bechtereva et al., 2005).



**Рис. 4.** Различные виды (А, Б, В) изменения уровня активации по показателю локального мозгового кровотока при выполнении испытуемыми вербальных тестов D, E, R.

Обозначения тестов — те же, что на рисунке 2. Справа стрелками показаны зоны мозга, в которых обнаружены зависимости кровотока от выполняемого теста

Сейчас появляются исследования мозговой организации творчества, сопоставимые по психологическим и физиологическим подходам (Howard-Jones et al., 2005). В зависимости от контраста (творческое-нетворческое задание и т.д.) обнаружены активации в различных зонах мозга (ВА 10, 9, 9/32, 17, 18, 40, 32, 24, 18, 9/10). Наиболее значимыми для творческого процесса авторы считают премоторную зону правой лобной области. Сходные данные приводились также в некоторых наших предыдущих работах (Behtereva, 2004). Важно, что в работе авторов среди обнаруженных достоверных перестроек в некоторых условиях эксперимента проявляются также и ВА 40 и ВА 32.

Таким образом, в первом приближении получены данные о перспективности изучения мозговой организации творчества с помощью количественной



ЭЭГ, измерения мозгового кровотока (ПЭТ) и fMRI. И в том, и в другом случае удалось обнаружить преобладание значимых перестроек нейродинамики в ряде областей мозга. Дополнительное применение в ПЭТ-исследованиях приема F-статистики (определение зон интереса, зон активации, которые связаны с определенными условиями задания) позволило наглядно представить зоны, наиболее тесно связанные именно с творческой деятельностью, причем несколько различающиеся топографически в зависимости от стратегий выполнения заданий, использованных волонтерами. Оно показало зависимость мозговой нейродинамики от сложности заданий и некоторых других факторов.

Межлабораторный проект с обязательной унификацией по возможности максимального количества аспектов исследования — несомненно, идеал в решении такой сложной задачи, как получение надежных данных об основных мозговых коррелятах собственно творческого процесса в картах его мозговой организации. Удастся ли нам приблизиться к этому идеалу, как в 1950-х годах по другому поводу удалось французскому ученому Гасто (Gastaut, 1954), в нашем объединенном Интернетом и все же таком разобщенном мире — вопрос, прежде всего, лидерства и, конечно, финансирования в науке.

Известна дискуссия о кризисной ситуации в оценке результатов картирования высших функций мозга в целом (Fox et al., 1998; Cabeza, Nyberg, 2000; Grezes, Decety, 2001; Chein et al., 2002; Jobard et al., 2003 и др.). Несмотря на это, данная конкретная линия исследований мозговой организации творчества как будто бы «держится на плаву», по-видимому, прежде всего, за счет рациональной конструкции тестов и адекватных приемов анализа. Физиологические результаты, как видно из статистических данных, достаточно надежны.

И в то же время, как видно именно из приведенных выше данных, относящихся к 2000–2005 гг., топически результаты ЭЭГ и ЛМК, прежде всего, по мозговым зонам, имеющим максимальную значимость для вербального творческого процесса, не совпадают. По мере накопления материала этот разрыв еще увеличился. Такого рода разночтения, по-видимому, — не только наша локальная проблема. Поэтому на основе первых наших работ, тех, которые были проведены на сходных или одной и той же группе волонтеров (2000–2001), была предпринята попытка сопоставить данные полиметодических исследований о мозговой организации вербального творческого процесса по зонам максимальной значимости мозговых перестроек и в зависимости от конкретных контрастов.

Для топографического сопоставления результатов мы предприняли попытку использовать единый анатомический (топографический) язык полей Бродмана. Данные ЭЭГ рассматривались через таблицу соответствия стандартных ЭЭГ-отведений (системы 10–20) полям Бродмана, этот же язык (поля Бродмана) использовался нами при описании топографии результатов ЛМК (таблица 3).

Зоны наибольших изменений ЛМК и локальной синхронизации могли анатомически (топографически) совпадать, а могли, наоборот, существенно анатомически различаться. Приведем некоторые конкретные данные такого сопоставления.

**Таблица 3**

Соответствие проекций стандартных ЭЭГ-отведений системы 10–20 и полей Бродмана

Отведения	Поля Бродмана	
	Ближайшие	Окружающие
Fp <sub>1</sub> , Fp <sub>2</sub>	10	-
F <sub>7</sub> , F <sub>8</sub>	47	10, 11, 44, 45, 46, 22, 38
F <sub>3</sub> , F <sub>4</sub>	8	6, 9
Fz	8	-
T <sub>3</sub> , T <sub>4</sub>	21	20, 22
C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub>	1	4, 5
Cz	4	3, 6
T <sub>5</sub> , T <sub>6</sub>	18	17, 19
P <sub>3</sub> , P <sub>4</sub>	7	19
Pz	7	19

В исследованиях, взятых за основу сопоставления, в наиболее значимом контрасте D-E (оба задания творческие) локальные изменения на ПЭТ четко прослеживались в правой лобной доле (ПБ 10, 11, 44, 45, 46, 47). Изменения ЭЭГ в данной области в тех же условиях выявлены не были. Можно заключить, что в этом случае изменения импульсной активности (ЛМК) проявлялись без местной и без дистантной синхронизации. В контрасте D-R обнаружена активация ЛМК в левой лобной доле (ПБ 6/8, 8, 46) и теменно-затылочной области (ПБ 37, 7, 19) слева. На ЭЭГ изменения ПС были обнаружены в обеих лобных долях и также превалировали слева (ПБ 45, 8, 9, 10), топографически не идеально, но все же как бы подтверждая данные ЛМК, дополняя их раскрытием физиологической сущности изменений — большие области мозга объединялись видимым образом в творческой работе для реализации задачи D. Как указывалось выше, разные формы контроля, разные контрасты позволяют выявить мозговую организацию различных сторон творческого процесса.

В контрасте E-R изменения ЛМК принципиально сходны с теми, что наблюдаются в контрасте D-R. В сравнении E-W изменения локального мозгового кровотока отличались от того, что наблюдалось в сравнении E-R. Топография активаций ЛМК приближалась к тому, что наблюдалось в левом полушарии в контрастах D-W и D-R. В этом случае убедительных топографических соотношений с ЭЭГ обнаружить не удалось, в ЭЭГ преобладало диффузное распределение значимых изменений пространственной синхронизации по коре головного мозга.

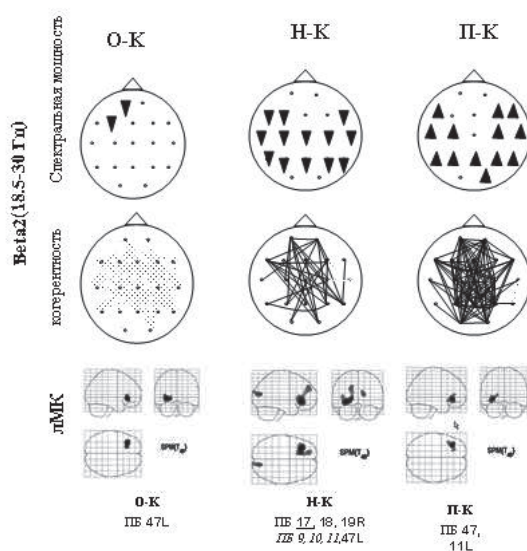
Несомненно, проведение ПЭТ и ЭЭГ-исследований на сопоставимых (сходных) группах испытуемых при использовании одних и тех же психологических тестов позволило получить большой массив новой информации. Однако именно оно при всей актуальности идеи призыва к полиметодичности убедительно показывает, что даже в тех случаях, когда значимые изменения мозговой нейродинамики, фиксируемые с помощью различных методик, топографически сходны, они, описывая разные стороны жизнедеятельности каждой зоны мозга, всегда могут и должны расцениваться лишь как взаимодополняющие данные, составляющие все более полную картину развивающихся в мозге событий с позиций различных подходов.

В ходе дальнейшего изучения вопроса были получены убедительные примеры взаимных дополнений при расшифровке локальных событий в мозге. Так, в контрасте «творческое, эмоционально-нейтральное задание — контроль» (рисунок 5) выявлена локальная десинхронизация в ЭЭГ в области левой лобной доли и одновременно в той же области зарегистрирована активация ЛМК (Шемякина, Данько, Медведев, 2005). Отсюда можно предположить, что «активация» ЛМК здесь действительно представляет собой активацию нейронной активности без ее структурирования. В этом частном случае данные пространственной синхронизации подтверждают наши соображения. Можно привести и другие примеры соотношений данных ЭЭГ и ЛМК, однако следует помнить, что это всегда будет один из возможных вариантов их взаимодополнения.

Допустимо полагать, что использованный нами топографический подход может рассматриваться как своего рода предыстория новой методологии, в рамках которой комплексное многоуровневое описание физиологических процессов в каждой зоне мозга послужит основой построения новых, действительно содержательных карт нейродинамических событий в мозге.

Используя новейшие современные технологии исследования мозга, мы все, как хорошо известно, пережили эйфорию картирования самых различных мозговых функций. Выпущено бесчисленное множество статей в профильных и не очень профильных изданиях, созданы обобщающие труды (Gusnard, Raichle, 2001). Исследование мозговой организации различных видов психической деятельности и состояний привело, однако, с накоплением материала к тому, что при успехах в почти каждой из отдельных работ, как указывалось выше, создалось впечатление о том, что физиологические корреляты самых разных видов психической активности могут быть обнаружены почти в каждой точке мозга. С другой стороны, как видно из приведенных выше результатов наших наблюдений и новейших данных литературы, сложнейшие процессы высшей нервной деятельности «задействуют» большое количество областей мозга.

При всем накопленном «многознании» о мозге человека «кризисный аспект» сегодняшней ситуации невольно напоминает давние споры, бывшие анахронизмом уже в середине XX в., об эквипотенциальности мозга (Lashley) и локализационизме, представлений о мозге как лоскутном одеяле, сотканном из самых различных центров, в т.ч. и «очень» высших функций. Как известно, восторжествовал «третий», *системный* поход, в который «укладываются» и прошлые споры, и новые данные. Сегодняшнее положение в области картирования высших функций, кстати, дополнительно подтверждает представления



**Рис. 5.** Статистически достоверные различия локальной мощности и когерентности ЭЭГ в диапазоне  $\beta_2$  (вверху) и локального мозгового кровотока (внизу) при выполнении творческого вербального задания в сравнении с контрольным заданием:

О — поиск оригинальных определений к заданным понятиям с использованием слов из удаленных семантических полей за определенный интервал времени (основное задание); К — поиск определений к заданным понятиям с использованием в определении заданных слов из того же или близкого семантического поля без требования оригинальности определения (контрольное задание); П — тот же характер задания, что и О, но в условиях индукции положительных эмоций; Н — тот же характер задания, что и О, но в условиях индукции отрицательных эмоций.

Стрелка вверх на месте соответствующего отведения указывает на большее значение мощности ЭЭГ в первом из сравниваемых состояний, стрелка вниз — на меньшее.

Сплошные линии, связывающие соответствующие отведения, указывают на большее значение когерентности в первом из сравниваемых состояний, прерывистые — на меньшее

об обеспечении этих функций мозговой структурно-функциональной организацией с жесткими и гибкими звеньями (Бехтерева, 1966).

Можно понять результаты картирования или, точнее, подлежащих им событий в мозге с позиций огромной востребованности именно гибких звеньев системы обеспечения психических процессов в оптимальных условиях жизни и психологического эксперимента, однако при поиске жестких (основных) звеньев системы приходится обращаться к дополнительным приемам анализа (см. выше) и, может быть, не сразу, но с необходимостью — к данным более тривиальных методик (имеются в виду, в частности, данные электростимуляции мозга, обобщенные Валленштейном [Valenstein, 1973], и у нас в лаборатории —

В.М. Смирновым [1976]). Сегодня надо отдать должное методам анализа, используемым в науке о мозге — несмотря на сложности, связанные с топографическим сходством карт мозга при самых различных процессах высшей нервной деятельности и нередкой множественностью достоверно активированных зон в каждом конкретном исследовании, нужные решения находятся с помощью дополнительных приемов анализа данных. Было бы очень заманчиво найти пути увеличения надежности методов, подобных уже упоминавшейся F-статистике. Подчеркнем, однако, — уже сегодняшний анализ позволяет без обращения к данным инвазивных методов находить «жесткие» звенья систем, в большинстве случаев зоны мозга, наиглавнейшие для какой-то конкретной деятельности, и обеспечивать контроль валидности данных. На этом можно было бы и закончить обсуждение данной позиции, хотя здесь возможны и дальнейшие прорывы. Но у нас уже и сейчас есть в активе «кое-что», что определяет наш оптимизм касательно будущего изучаемой проблемы. Это воспроизводимость результатов, о которой мы упомянем и далее в тексте при описании развития работ. Для меня как физиолога воспроизводимость результатов — наиболее надежный критерий их валидности.

Несмотря на проблемы в продвижении в познании организации и механизмов мозга за счет полиметодических исследований, именно эта позиция, по-видимому, все же наиболее перспективна. Некоторые трудности, неизбежно ждущие исследователей при реализации этого рода работ, были проиллюстрированы нами выше.

Работая всю свою долгую жизнь в коварной теме «Мозг человека», видишь не только угнетающий, но и мобилизующий эффект, казалось бы, иногда тупиковых ситуаций, преодоление которых подтверждает известный тезис о развитии знаний по спирали. В XX в. произошли два уже упоминавшихся выше основных методологических прорыва в изучении мозга человека (Бехтерева, 1997): первый, в результате которого исследователь обрел полноту возможных тогда знаний о точках мозга — инвазивные исследования, и второй, технологическим прогрессом обусловленный — возможность получения монометодических знаний о всем мозге. Мы полагаем, что получение с помощью современных методик полноценных знаний о точках мозга и объединение данных в целостную картину явится следующим витком этой спирали и поможет еще дальше продвинуться по бесконечной дороге познания мозга человека. Перспективность этого пути несомненна. Он на сегодня иллюстрируется пилотной работой С.В. Медведева и А.М. Иваницкого (2003) и других.

То, о чем говорилось выше, относилось прежде всего к усовершенствованию и физиологической расшифровке данных картирования мозга. И в то же время, веря в важность совершенствования этого первого, базисного этапа в изучении мозговой организации высших функций мозга и, в частности, творчества, уже сейчас важно и можно исследовать мозговые механизмы реализации творчества, облегчающие иотягающие его факторы. Понятно, что даже будущая полноценная карта мозга приобретает особый смысл при раскрытии управляющих механизмов мозга.

В рамках решения этой проблемы изучалось влияние индуцирования эмоционального фактора (I) и детекции ошибок (II) на нейродинамику мозга при

вербальном творчестве, отражающуюся в картах, приведенных в ходе исследования собственно мозговой организации данного процесса или специально дополнительно сконструированных по тому же основному принципу. В обоих случаях, в дополнение к приведенным выше, использовались и еще некоторые другие психологические «субтесты» (Шемякина, Данько, 2004).

Так, например, в основном задании испытуемые должны были предлагать как можно больше оригинальных определений эмоционально положительных, отрицательных и нейтральных понятий через понятия из других семантических полей. В контрольном задании осуществлялась выработка определений к эмоционально-нейтральным понятиям через слово из того же семантического поля. Субъективное изменение креативности при введении эмоционального фактора характеризовалось некоторым увеличением беглости ответов, однако при уменьшении их оригинальности.

Анализ показал более выраженный эффект эмоциональной индукции на процессы в коре головного мозга по сравнению с эффектом, вызванным заданием творческого процесса, а также влияние характера эмоций на изменения мозговой активности. Без индукции эмоций наибольшие изменения локальной синхронизации, как уже говорилось выше, при выполнении творческих заданий наблюдались в левой лобной зоне (уменьшение локальной синхронизации). Пространственная синхронизация при этом уменьшалась, главным образом, в межполушарных парах с фокусами сходимости в передне-лобных, передне- и средне-височных зонах левого полушария и средне-, задне-височных зонах правого полушария (а также в зонах отведений —  $F_4$ ,  $O_2$ ). Индукция положительных эмоций вызывала существенное увеличение локальной и пространственной синхронизации с участием большинства зон коры. Индукция отрицательных эмоций была связана с топографически более диффузными и разнонаправленными по знаку (и увеличение, и уменьшение) изменениями параметров ЭЭГ. Положительные эмоции в данном эксперименте вызывали больший эффект, чем отрицательные. На основе данных количественной ЭЭГ показано, что эффекты «творчества» и вызванных положительных эмоций могли быть противоположными по знаку. Особенно отчетливо это проявлялось в  $\beta_2$  (18,5–30 Гц) диапазоне ЭЭГ (см. рисунок 5).

Исследование индукции эмоций как одного из возможных управляющих механизмов было предпринято нами на основе хорошо известного положения, что творчество, как правило, происходит при изменении эмоционального фона индивидуума. Однако на основе физиологических данных создалось впечатление, что вызванные в нашем эксперименте эмоции были чужеродны творческому процессу. Из литературы и жизненной практики известно, что соотношения эмоционального и творческого фактора очень неоднозначны, что в известной мере сопоставимо с тем, что мы видим в мозговой реорганизации при данной пилотной модельной ситуации с попыткой оценки влияния эмоционального фактора на вербальное творчество. При творческом процессе развивается свое, особое эмоциональное состояние, в данный момент и именно этому процессу присущее. Мы полагаем, что изучение соотношений эмоций и творческого процесса должно быть продолжено, в частности, с помощью дополнительного конструирования психологических методик (тестов).



Одним из открытых нами ранее управляющих механизмов мозга является детектор ошибок. Огромное количество статей, опубликованных в последние годы по поводу детекции ошибок, полностью подтвердило факт существования в мозге такого механизма. Показана (Bechtereva et al., 2005) его обязательная «задействованность» в определенных условиях, в связи с чем именно при исследовании проблемы творчества мы позволили себе использовать для данного случая специальный методологический прием. Его сущность состояла в проведении исследований в условиях, в которых детектор ошибок обязательно должен был активироваться, что, позволяя обходиться без одновременной регистрации активности самого детектора ошибок, расширяло возможности собственно психофизиологического изучения творчества.

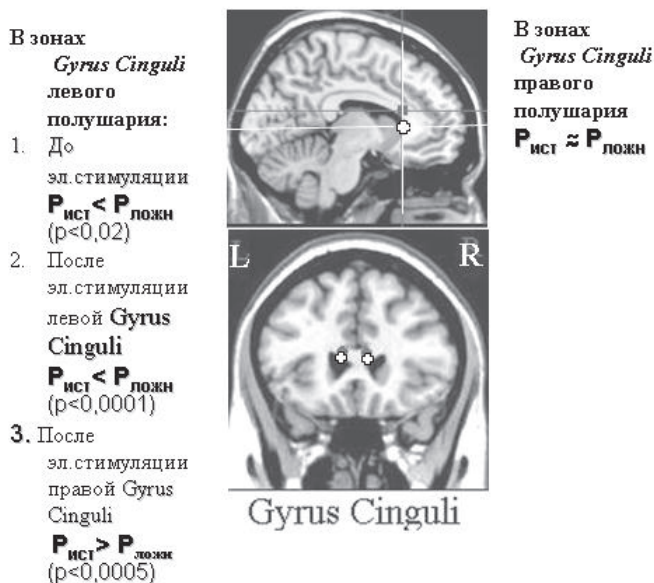
Как известно, и как неоднократно подчеркивалось выше, одним из обязательных условий творчества считается отход от стереотипа, предложение новых оригинальных, продуктивных решений. В то же время по ходу всего формирования индивидуальной жизни развитие индивидуума представляет собой процесс развития и определения границ дозволенного. Творчество, как хорошо известно, всегда развивается в рамках какой-то деятельности и одновременно предполагает выход за ее рамки.

Проблемные ситуации, неизбежные в изучении мозговой организации творчества, не только позволили накопить ценные фактические данные, но и навели на размышления и осмысление возможных идейно-методических перспектив.

При изучении вопроса о роли детектора ошибок в процессе творчества мы ориентируемся на хорошо известную многоплановость, поливалентность мозговых механизмов. Таким образом, ограничительная роль детектора ошибок может проявиться как в негативном, так и в позитивном ключе — речь идет не только о «запретах», но и о возможности поддержания с помощью детектора именно нетривиальности и продуктивности творческого процесса. В исследовании и первого, и второго аспектов исключительно важна конструкция психологических тестов.

Прямых данных о возможных отношениях детектора ошибок и творчества сейчас практически нет. Однако некоторую информацию об отношениях детектора ошибок и мыслительных процессов можно извлечь из экспериментальных данных.

Мировой экспериментальный материал по изучению детектора ошибок в мозге в психологическом плане, как правило, базируется на реализации испытуемыми не только простых, но и более или менее сложных задач высшей нервной деятельности. В том же плане могут быть рассмотрены и наши наблюдения при прямой регистрации реакций детекции ошибок в области передних отделов поясной извилины в тесте с прослушиванием правильных (корректных) и ошибочно построенных (некорректных) фраз (Bechtereva et al., 2005; рисунок 6). И, наконец, уже более прямо свидетельствует о возможной роли детекции ошибок собственно в творческом процессе топографическое единство мозговых зон детекции ошибок и «главных» творческих зон, в частности, ПБ 40, 8. В литературе имеются указания на то, что ПБ 40 в процессе принятия решений более активна при низкой частоте появления ошибок (Paulus et al., 2002).



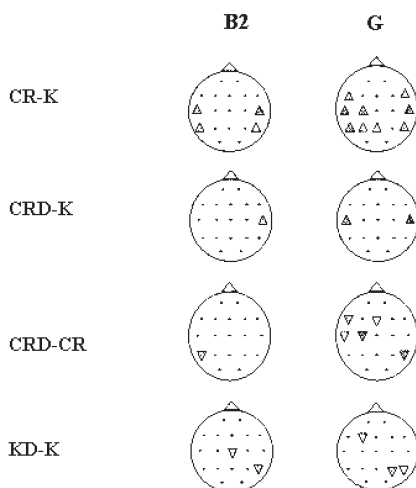
**Рис. 6.** Динамика статистически достоверных различий мощности электрокортикограммы (ЭКоГ) при прослушивании истинных и ложных сообщений в зонах *gyrus cinguli* левого полушария. В зонах *gyrus cinguli* правого полушария статистически достоверных различий мощности ЭКоГ при прослушивании истинных и ложных сообщений не наблюдалось

Так как в процессе творчества теоретически не может быть ошибок и предварительного ответа на творческую задачу не существует, этот анатомо-функциональный факт дает дополнительные основания полагать, что связь может осуществляться не только по одной из возможных схем отношений творчества и детекции ошибок, но проявляться и «негативом», и «позитивом».

Специально с целью проникновения в эти соотношения были разработаны и использованы дополнительные психологические тесты. В исследовании использовались две пары заданий. Испытуемым-волонтерам предъявлялись хорошо известные пословицы и поговорки, в которых последнее слово отсутствовало. Волонтеры должны были предложить свой вариант окончания, который бы полностью изменил суть пословицы или поговорки (задание С — creative). В контрольном задании предлагалось просто вспомнить недостающее слово-окончание (R — remember). Вторая пара заданий отличалась от первой тем, что в текстах заданий С и R присутствовали ошибки в форме перестановки букв или их замены без изменения длины слов. Предполагалось, что такого рода задания (соответственно, задания CD и RD) будут активировать детектор ошибок. Испытуемым предлагалось: 1) не только выполнить основную задачу, но и определить количество ошибок в текстах («осознанный вариант»); 2) не обращать внимание на ошибки и решать творческую задачу («неосознанный вариант»). Исследовалась локальная синхронизация в различных ЭЭГ-диапазонах. Существенная разница была обнаружена не только в контрасте C-R,

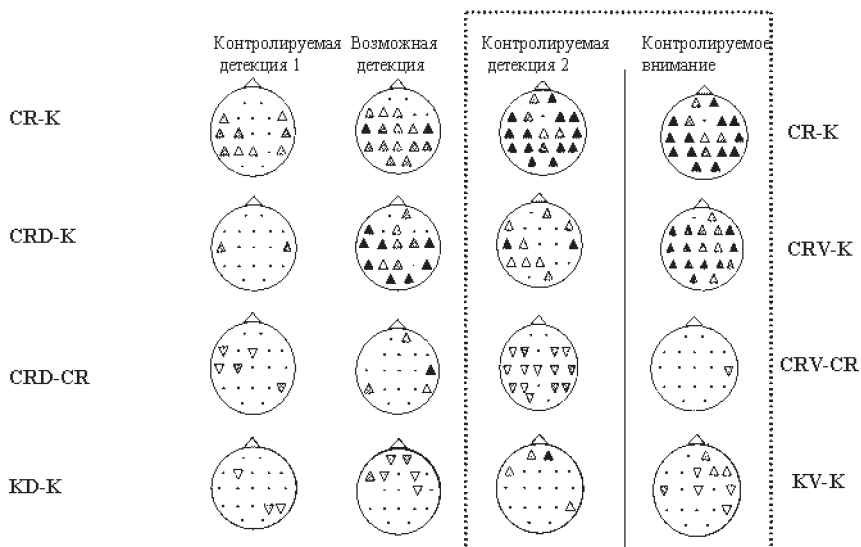


но и в контрасте CD-C также. Результат проявлялся главным образом в полосе гамма частоты. Добавление детекции ошибок (в «осознанном варианте») к основной задаче уменьшало мощность  $\gamma$ -ритма (CD-C) и таким образом уменьшало различия в контрасте CD-R (рисунок 7). Похожий, но меньший эффект наблюдался в полосе  $\beta$ 2-ритма (методика и результаты этой части работы подробнее представлены в: Bechtereva et al., 2005). Введение в тест ошибок в тексте без активации внимания на них («неосознанный вариант») вызвало существенно меньшие изменения ЭЭГ, по тенденции схожие с «осознанным вариантом». В связи с конструкцией теста сделана логичная попытка оценки влияния на ЭЭГ активации внимания. Это осуществлялось в модифицированных условиях принципиально того же эксперимента. В предъявляемых текстах не было ошибок, а были звездочки, отношение к которым регламентировалось такой же инструкцией, как приведенная выше. Активация внимания в нашем варианте теста вызывала относительно небольшие изменения ЭЭГ, из которых наиболее отчетливыми были угнетения медленноволновой ( $\Delta$ ) активности. Все варианты включений (дополнений) в основной текст оказывали большее влияние на мозговые корреляты основного задания и, соответственно, меньшее — на контрольное. Проведение исследований с данным вариантом теста подтвердило связь динамики наиболее частых компонентов ЭЭГ с креативностью, хотя изменения в  $\gamma$ -диапазоне не всегда достигали уровня достоверности. Воспроизводимость указанных результатов, однако, была очевидной (рисунок 8).



**Рис. 7.** Статистически значимые различия мощности ЭЭГ  $\beta$ 2- и  $\gamma$ -диапазонов в контрастах состояний CR — креативное задание; CRD — креативное задание с детекцией ошибок в текстах; К — контрольное задание; KD — контрольное задание с детекцией ошибок в текстах.

Стрелка вверх на месте соответствующего отведения указывает на большее значение мощности ЭЭГ в первом из сравниваемых состояний, стрелка вниз — на меньшее. Плотность заливки стрелки тем больше, чем выше достоверность различий



**Рис. 8.** Статистически значимые различия мощности ЭЭГ  $\gamma$ -диапазона в контрастах состояний: CR — креативное задание; CRD — креативное задание с детекцией ошибок в текстах; CRV — креативное задание с подсчетом дополнительных символов на экране; К — контрольное задание; KD — контрольное задание с детекцией ошибок в текстах; KV — контрольное задание с подсчетом дополнительных символов на экране.

Тесты «Контролируемая детекция 2» и «Контролируемое внимание» применялись в рамках одного сеанса исследований (в рандомизированном порядке) с одним и тем же контингентом испытуемых.

Обозначения те же, что и на рисунке 7

Гамма-активность, считающаяся характерной для мыслительных процессов (Fitzgibbon et al., 2004; Danko et al., 2005; Womelsdorf, 2006), оказалась в условиях данного теста также тонким критерием подавления потенциала мозга в условиях активации детектора ошибок.

Исследование мозговых механизмов творчества, по существу, только начинается. В то же время — и потому, что становится все очевиднее, что детектор ошибок — важнейший управляющий механизм мозга на разных уровнях сознания, в разных процессах высшей нервной деятельности мы представляем схему о возможной роли детектора ошибок в здоровом и больном мозге, где только часть схемы-гипотезы может считаться условно подтвержденной, а ее основная часть сейчас дается нами как гипотеза, руководство к действию, как идея, и, в частности, в изучении механизмов творчества.

Как и в случае обсуждавшейся нами ранее специально (Bechtereva, 1984) поливалентности других механизмов мозга, в том числе их различных проявлений в здоровье и болезни, мы допускаем возможность такой же схемы в роли детекции ошибок в зависимости от здоровья, болезни и творчества человека.

Итак, положение первое: детектор ошибок в здоровом, скажем так, обычном среднестатистическом мозге — это структура системы, сформировавшаяся главным образом в ходе индивидуального развития. Она существенно оберегает человека от раздумий в стереотипных, тривиальных ситуациях в ходе обычной жизни, контролирует оптимальную реализацию процессов высшей нервной деятельности. При любом обучении наряду с позитивным развитием в мозге неизбежно формируются как необходимые, так и излишние ограничения (вплоть до табу). Они работают посредством детекции ошибок, через формирование детекторов ошибок. В большем масштабе ярким примером такого рода процесса являлось многовековое церковное воспитание (не убий, не укради), что осложняло посягательство на границы законов.

Положение второе: детектор ошибок разрушается под влиянием самых различных причин, или его активность может становиться чрезмерной. В обоих случаях развиваются нарушения психической деятельности. В случае чрезмерной активности детектор ошибок может превратиться в детерминатор ошибок. По-видимому, во втором случае именно превращением детектора ошибок в детерминатор ошибок могут определяться некоторые формы психической зависимости с проявлениями типа устойчивых наркоманий (Медведев, Аничков, Поляков, 2003) и некоторых форм маниакального поведения. Детектор ошибок в этом случае из полезного слуги превращается в злого хозяина.

И, наконец, положение третье, имеющее прямое отношение к задачам изучения физиологии творчества. Рождается человек с большой (огромной) творческой потенцией, не теряющей по причине детских инфекций и прочих жизненных сложностей. Естественно, что степень ограничений воспитанием, обучением различна для разных индивидуумов, а иногда такого рода «нажим» может вызывать и обратную реакцию.

Детектор ошибок должен и может теоретически препятствовать *выходу в новизну*, прорыву через известные догмы и законы, преодолению сформированных ограничений, полученных в т.ч. и в обучении. Однако или ограничения именно в мозге любознательного и дерзкого творца исходно преодолеваются, или формируются сознательно или бессознательно по принципу «не мешать», или при осознании стремления к прорыву в неизвестное переформируются, «перевоспитываются» из ограничителей — в помощников. Возможность функциональных перестроек детектора ошибок прямо показана нами при регистрации детекции ошибок в передних отделах поясной извилины в ходе диагностических и лечебных электрических стимуляций (см. рисунок 6) (Bechtereva, 2005). В процессе мыслительного (и любого другого) творчества детекция ошибок начинает оберегать от тривиальности (от «изобретения велосипеда») и от бессознательного плагиата.

Реализующийся творец начинает определять более или менее частную или глобальную историю мира.

Многолетний опыт нашей работы в области физиологии здорового и больного мозга человека неизбежно заставлял нас обращаться к многоликости управляющих механизмов мозга. Нами делается попытка рассмотрения этого вопроса, в том числе и с позиций физиологической природы творчества, его особого положения в мыслительных процессах, его магии. Магия творчества

в обществе — прорыв к новой истине сквозь устоявшиеся знания. Физиологически это процесс, развивающийся при преодолении и переориентации детектора ошибок (из противника в помощника), создания и воссоздания «своего» эмоционального фона. Для творчества характерно свое, только ему присущее состояние, «свои» эмоции, «своя» детекция ошибок. В свободном полете творческой мысли индивидууму-творцу надежно служат различные, в том числе и преобразованные механизмы мозга. Творчество, преобразуя мир, своим базисом имеет творчески преобразованный мозг человека.

Будущее исследований творчества — в руках психолога, который (естественно, с помощью физиологов) поможет с помощью рационального эксперимента расшифровать то, что сейчас может обозначаться лишь как физиологические механизмы магии творчества.

## ЛИТЕРАТУРА

- Бехтерева Н.П.* Здоровый и больной мозг человека. Л.: Наука, 1980.; 2-е изд., пер. и доп. Л.: Наука, 1988.
- Бехтерева Н.П.* Итоги и перспективы развития исследований об отражении смысловых характеристик мыслительной деятельности в импульсной активности нейронов // Физиол. ж. СССР. 1984. Т. 70. № 7. С. 881–891.
- Бехтерева Н.П.* Нейрофизиологические аспекты психической деятельности человека. М.-Л.: Медицина, 1971.
- Бехтерева Н.П.* Некоторые принципиальные вопросы изучения нейрофизиологических основ психических явлений у человека // Глубокие структуры мозга в норме и патологии / Отв. ред. Н.П. Бехтерева. Л., 1966. С. 18–21.
- Бехтерева Н.П.* О мозге человека. XX век и его последняя декада в науке о мозге человека. На русском и англ.яз.— On the Human Brain. 20 century and its last decade in human brain science. СПб.: «Нотабене», 1997.
- Бехтерева Н.П.* Частные и общие механизмы мозгового обеспечения психической деятельности человека и перспективы проблемы // Физиология человека. 1975. Т. 1. № 1. С. 6–11.
- Бехтерева Н.П., Гоголицын Ю.Л., Кропотов Ю.Д., Медведев С.В.* Нейрофизиологические механизмы мышления. Л.: Наука, 1985.
- Бехтерева Н.П., Данько С.Г., Старченко М.Г., Пахомов С.В., Медведев С.В.* Исследование мозговой организации творчества. Сообщение 3. Активация мозга по данным локального мозгового кровотока и ЭЭГ // Физиология человека. 2001. Т. 27. № 4. С. 6–14.
- Бехтерева Н.П., Медведев С.В., Кроль Е.М.* Исследование связности дистантно расположенных нейронных популяций головного мозга человека при реализации мыслительной деятельности // Физиол. ж. СССР. 1984. Т. 70. № 7. С. 892–903.
- Бехтерева Н.П., Старченко М.Г., Ключарев В.А., Воробьев В.А., Пахомов С.В., Медведев С.В.* Изучение мозговой организации творчества. Сообщение 2. Данные позитронно-эмиссионной томографии // Физиология человека. 2000. Т. 26. № 5. С. 11–17.
- Медведев С.В., Аничков А.Д., Поляков Ю.И.* Физиологические механизмы эффективности стереотаксической билатеральной цингулотомии в лечении устойчивой психической зависимости при наркоманиях // Физиология человека. 2003. Т. 29. № 4. С. 117–123.
- Медведев С.В., Рудас М.С., Пахомов С.В., Иваницкий А.М., Ильюченко И.Р., Иваницкий Г.А.* Механизмы избирательного внимания при конкуренции зрительной и слуховой речевой информации: исследование методами позитронно-эмиссионной томографии и вызванных потенциалов // Физиология человека. 2003. Т. 29. № 6. С. 41–50.

- Павлова Л.П., Романенко А.Ф. Системный подход психофизиологического исследования мозга человека. Л.: Наука, 1988.
- Смирнов В.М. Стереотаксическая неврология. Л.: Медицина, 1976.
- Старченко М.Г., Воробьев В.А., Ключарев В.А., Бехтерева Н.П., Медведев С.В. Исследование мозговой организации творчества. Сообщение 1. Разработка психологического теста // Физиология человека. 2000. Т. 26. № 2. С. 5–9.
- Шемякина Н.В., Данько С.Г. Влияние эмоциональной окраски воспринимаемого сигнала на электроэнцефалографические корреляты творческой деятельности // Физиология человека. 2004. Т. 30. № 2. С. 22–29.
- Шемякина Н.В., Данько С.Г., Медведев С.В. Сопоставление ПЭТ и ЭЭГ данных при решении вербальных творческих задач // Научные труды I-го съезда физиологов СНГ, Сочи, Дагомыс, 19–23 сентября 2005. Т. 1. С. 26.
- Bechtereva N.P. *El cerebro humano sano y enfermo*. Buenos Aires-Barcelona-Mexico: Editorial Paidós, 1984.
- Bechtereva N.P. *Neurophysiological correlates of mental processes in man* // *Psychophysiology today and tomorrow* / Ed. by N.P. Bechtereva. Oxford-N.Y.-Toronto: Pergamon Press, 1981. P. 11–22.
- Bechtereva N.P., Gogolotsin Yu.L., Ilyukhina V.A., Pakhomov S.V. *Dynamic neurophysiological correlates of mental processes* // *Int. J. Psychophysiol.* 1983. № 1. P. 49–63.
- Bechtereva N.P., Gretchin V.B. *Physiological foundations of mental activity* // *Intern. Rev. Neurobiol.* N.-Y.-London: Academic Press, 1968. V. 11. P. 239–246.
- Bechtereva N.P., Korotkov A.D., Pakhomov S.V., Roudas M.S., Starchenko M.G., Medvedev S.V. *PET study of brain maintenance of verbal creative activity* // *Int. J. Psychophysiol.* 2004. Vol. 53. P. 11–20.
- Bechtereva N.P., Medvedev S.V., Abdullaev Y.G., Melnichuk K.V., Gurchin F.A. *Psychophysiological micromapping of the human brain* // *Int. J. Psychophysiol.* 1989. Vol. 8. № 2. P. 107–135.
- Bechtereva N.P., Shemyakina N.V., Starchenko M.G., Danko S.G., Medvedev S.V. *Error detection mechanisms of the brain: Background and prospects* // *Int. J. Psychophysiol.* 2005. Vol. 58. P. 227–234.
- Booth J.R., Burman D.D., Meyer J.R., Gitelman D.R., Parrish T.B., Mesulman M.M. *Functional anatomy of intra- and cross-modal lexical tasks* // *Neuroimage*. 2002. Vol. 16. P. 7–13.
- Cabeza R., Nyberg L. *Imaging cognition II: An empirical review of 275 PET and fMRI studies* // *J. Cogn. Neurosci.* 2000. Jan. 12(1). P. 1–47.
- Carlsson I., Wendt P., Risberg J. *On the neurobiology of creativity. Difference in frontal activity between high and low creative subjects* // *Neuropsychologia*. 2000. Vol. 38. P. 873–885.
- Chein J.M., Fissell K., Jacobs S., Fiez J.A. *Functional heterogeneity within Broca's area during verbal working memory* // *Physiol. Behav.* 2002. Dec. 77(4–5). P. 635–639.
- Collette F., Majerus S., Van Der Linden M., Dabe P., Degueldre C., Delfiore G., et al. *Contribution of lexico-semantic processes to verbal short-term memory tasks: a PET activation study* // *Memory*. 2001. Vol. 9. P. 249–259.
- Danko S.G., Bechtereva N.P., Kachalova L.M., Shemyakina N.V., Starchenko M.G. *Electroencephalographic correlates of brain states during verbal learning: I. Characteristics of EEG local synchronization* // *Human Physiology*. 2005a. Vol. 31. № 5. P. 504.
- Danko S.G., Bechtereva N.P., Kachalova L.M., Shemyakina N.V., Starchenko M.G. *Electroencephalographic correlates of brain states during verbal learning: II. Characteristics of EEG spatial synchronization* // *Human Physiology*. 2005b. Vol. 31. № 6. P. 623.
- Danko S.G., Starchenko M.G., Bechtereva N.P. *EEG Local and Spatial Synchronization during a Test on the Insight Strategy of Solving Creative Verbal Tasks* // *Human Physiology*. 2003. V. 29. № 4. P. 502–504.
- Finchan J.M., Carter C.S., van Veen V., Stenger V.A., Aderson J.R. *Neural mechanisms of planning: a computational analysis using event-related fMRI* // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2002. Vol. 99. P. 3346–3351.

- Fitzgibbon S.P., Pope K.J., Mackenzie L., Clark C.R., Willoughby J.O. Cognitive tasks augment gamma EEG power // *Clin. Neurophysiol.* 2004. Aug. 115(8). P. 1802–1809.
- Fox P.T., Parsons L.M., Lancaster J.L. Beyond the single study: function/location metanalysis in cognitive neuroimaging // *Curr. Opin. Neurobiol.* 1998. Apr. 8(2). P. 178–187.
- Gastaut H. The brain stem and cerebral electrogenesis in relation to consciousness // *Brain mechanisms and consciousness.* Oxford, 1954. P. 249–279.
- Grezes J., Decety J. Functional anatomy of execution, mental simulation, observation, and verb generation of actions: a meta-analysis // *Hum. Brain Mapp.* 2001. Jan. 12(1). P. 1–19.
- Gusnard D.A., Raichle M.E., Raichle M.E. Searching for a baseline: functional imaging and the resting human brain // *Nat. Rev. Neurosci.* 2001. Oct. 2(10). P. 685–694.
- Howard-Jones P.A., Blakemore S.J., Samuel E.A., Summer I.R., Claxton G. Semantic divergence and creative story generation: an fMRI investigation // *Cogn. Brain Res.* 2005. Sept. 25(1). P. 240–250.
- Jausovec N., Jausovec K. EEG activity during the performance of complex mental problem // *Int. J. Psychophysiol.* 2000. № 1. P. 73–88.
- Jobard G., Crivello F., Tzourio-Mazoyer N. Evaluation of the dual route theory of reading: a metanalysis of 35 neuroimaging studies // *Neuroimage.* 2003. Oct. 20(2). P. 693–712.
- Knauff M., Kassubek J., Mulack T., Greenlee M.W. Cortical activation evoked by visual mental imagery as measured by fMEI // *Neuroreport.* 2000. Vol. 11. P. 3957–3962.
- Knauff M., Mulack T., Kassubek J., Salih H.R., Greenlee M.W. Spatial imagery in deductive reasoning: a functional MRI study // *Cog. Brain. Res.* 2002. Vol. 13. P. 203–212.
- Molle M., Maeshall L., Wolf B., Fehm H.L., Born J. EEG complexity and performance measures of creative thinking // *Psychophysiology.* 1999. Vol. 36. P. 95–104.
- Molle M., Marshall L., Lutzenberger W., Pietrowsky R., Föhn H.L., Born J. Enhanced dynamic complexity in the human EEG during creative thinking // *Neurosci. Lett.* 1996. Vol. 12. P. 61–64.
- Pardo J.V., Fox P.T., Raichle M.E. Localization of a human system for sustained attention by positron emission tomography // *Nature.* 1991. Vol. 34. P. 61–63.
- Petersen S.E., Fox P.T., Posner M.I., Mintun M., Raichle M.E. Positron emission tomographic studies of the cortical anatomy of single-word processing // *Nature.* 1988. Vol. 331. P. 585–589.
- Petsche H. Approaches to verbal, visual and musical creativity by EEG coherence analysis // *Int. J. Psychophysiol.* 1996. Vol. 24. P. 159.
- Petsche H., Kaplan S., von Stein A., Filz O. The possible meaning of the upper and lower alpha frequency ranges for cognitive tasks // *Int. J. Psychophysiol.* 1997. Vol. 26. P. 77–97.
- Rasumnikova O. Functional organization of different brain areas during convergent and divergent thinking: an EEG investigation // *Cogn. Brain. Res.* 2000. Vol. 10. P. 11–18.
- Rasumnikova O.M. Gender differences in hemispheric organization during divergent thinking: an EEG investigation in human subjects // *Neurosci. Lett.* 2004. May 27. Vol. 362. P. 193–195.
- Sohn M.H., Ursu S., Anderson J.R., Stenger V.A., Carter C.S. Inaugural article: the role of prefrontal cortex and posterior parietal cortex in task switching // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2000. Vol. 97. P. 13448–13453.
- Valenstein S. *Brain Control.* N.Y.-London-Sydney-Toronto: A Wiley Interscience Publ., 1973.
- Womelsdorf Th., Fries P., Mitra P.P., Desimone R. Gamma-band synchronization in the visual cortex predicts speed of change detection // *Nature.* 2006. 9 Feb. P. 733.
- Zurowski B., Gostomzyk J., Gron G., Weller R., Schirmeister H., Neumeier B. et al. Dissociating a common working memory network from different neural substrates of phonological and spatial stimulus processing // *Neuroimage.* 2002. Vol. 15. P. 45–57.



# СОЗРЕВАНИЕ РЕГУЛЯТОРНЫХ СТРУКТУР МОЗГА И ОРГАНИЗАЦИЯ ВНИМАНИЯ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА \*

*Р.И. Мачинская, Е.В. Крупская*

## 1. ВВЕДЕНИЕ

В своем развитии человек проходит различные этапы, каждый из которых характеризуется определенными изменениями организации психической деятельности, подготовленными морфофизиологическим субстратом. Период детства является наиболее значимым для формирования познавательной деятельности. Согласно концепции Л.С. Выготского о зоне ближайшего развития, соответствующее возрасту созревание функциональных мозговых систем является необходимым условием для прогрессивного формирования высших психических функций в процессе обучения (Выготский, 1984).

Согласно современным представлениям когнитивной нейронауки, мозговые системы внимания обеспечивают организацию процессов обработки информации и контроль за ними (Posner, 1994; Gazzaley et al., 2004; D'Esposito, 2007). Роль внимания в организации познавательной деятельности особенно высока у детей в 7–8 лет. В связи с началом систематического обучения изменяется ведущая деятельность ребенка, предъявляющая новые требования к уровню произвольной организации психических процессов. Трудности обучения, часто возникающие в этом возрасте, во многих случаях связаны с дефицитом внимания (Ахутина, 2001; Семенова, 2005). Нейрофизиологические исследования показали, что в младшем школьном возрасте происходят качественные

---

\* Работа выполнена при поддержке Российского гуманитарного научного фонда, грант № 06-06-00099а.

преобразования в мозговой организации когнитивных процессов, формируются системы мозга, обеспечивающие произвольную избирательную регуляцию деятельности и произвольное внимание (Фарбер и др., 2000; Мачинская, Семенова, 2004).

Таким образом, младший школьный возраст и с социальной, и с нейрофизиологической точки зрения является сенситивным периодом для развития произвольного внимания и произвольной регуляции деятельности.

В нейронауке внимание рассматривается как многокомпонентный процесс. Данные нейрофизиологических исследований свидетельствуют о том, что различные аспекты внимания обеспечиваются специализированными мозговыми модулирующими системами — источниками (Coull, 1998) или сетями (Posner, 1994) внимания. Исследования мозговой организации внимания (Батуев, 1981; Brunia, 1999; Kahana, 2001; Мачинская, Дубровинская, 2003) показывают, что в этом процессе можно выделить три взаимосвязанные составляющие: обеспечение оптимального уровня бодрствования (активационный компонент), поддержание необходимого уровня активности субъекта (мотивационный компонент) и избирательную модуляцию нейронной активности корковых областей, участвующих в обработке релевантного сигнала (информационный компонент).

Реализация первого компонента связана с функционированием систем активации (arousal), прежде всего, ретикулярной формации продолговатого и среднего мозга (Джаспер, 1962). Как компонент внимания общий уровень бодрствования или активации организма обычно исследуется с помощью тестов, включающих измерение простого времени реакции и времени реакции со звуковым предупреждением в заданиях со зрительными стимулами (Zimmermann, 1993). Важным элементом этой парадигмы является возможность изменения интервала между ответом и следующим за ним стимулом в задачах на обнаружение сигнала. Увеличение интервала между сигналами до трех секунд рассматривается в качестве ситуации, требующей произвольного напряжения внимания (мотивационный компонент), которое обеспечивается функциональными системами, включающими лобно-базальные (Sarter, 2001) и лимбические (Demiralp, 1992) структуры.

Реализация информационного компонента внимания (селективности) осуществляется нейронными сетями ассоциативных зон коры (теменных и префронтальных) и таламуса (Coull, 1998; Gazzaley et al., 2004; D'Esposito, 2007). Особая роль в обеспечении избирательных нисходящих влияний от лобных отделов мозга к другим структурам коры принадлежит фронто-таламической регуляторной системе (Батуев, 1981; Brunia, 1999; Мачинская, 2003; Gazzaley et al., 2004).

Для исследования информационного компонента избирательного произвольного внимания большой интерес представляют различные варианты конфликтных тестов, так называемых тестов Струпа (Underwood, 1976). Один из вариантов конфликтных тестов — опознание элементов «иерархической» буквы (большой буквы, составленной из одинаковых маленьких букв [Navon, 1977]). Считается, что глобальные признаки (большая буква) распознаются быстрее и процесс их обработки более автоматизирован по сравнению с локальными



признаками (маленькая буква), для распознавания которых требуется участие систем произвольного избирательного внимания (Yovel et al., 2001).

Задача настоящей работы состояла в выявлении особенностей организации различных компонентов зрительного внимания у детей 7–8 и 9–10 лет, на ЭЭГ которых были обнаружены признаки функциональной незрелости фронто-таламической регуляторной системы и системы неспецифической активации. Для исследования активационного и мотивационного компонентов внимания был выбран тест простого обнаружения стимула, для исследования информационного компонента внимания — тест составной фигуры.

## 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

### Испытуемые

В исследовании приняли участие 129 праворуких детей, обучавшихся в массовой школе, не имевших неврологических нарушений в анамнезе и выраженных (очаговых и/или эпилептиформных) изменений фоновой электрической активности (ЭА) мозга. Методика электроэнцефалографического анализа и оценки функциональной зрелости регуляторных систем (РС) мозга представлена в нашем предыдущем исследовании (Мачинская и др., 1997). На основании результатов ЭЭГ обследования, проведенного в рамках настоящей работы, были сформированы 6 экспериментальных групп:

— дети 7–8 лет и 9–10 лет без отклонений в поведении и с функциональным состоянием регуляторных структур, соответствующим возрастной норме (контроль);

— дети 7–8 лет и 9–10 лет, на ЭЭГ которых были выявлены признаки дефицита неспецифической активации со стороны ретикулярной формации ствола (ДНА);

— дети 7–8 лет и 9–10 лет, на ЭЭГ которых были выявлены признаки функциональной незрелости фронто-таламической регуляторной системы (НФТС). Процентные соотношения мальчиков и девочек в группах значительно не различались. Количество детей в группах представлено в таблице 1. Большинство детей приняли участие в обоих экспериментах.

**Таблица 1**  
Количество детей в экспериментальных группах

Тип эксперимента	Простое обнаружение зрительного стимула			Опознание иерархической буквы		
	Контроль	ДНА	НФТС	Контроль	ДНА	НФТС
Возраст\ состояние РС						
7–8 лет	31	30	34	23	21	26
9–10 лет	16	10	8	18	10	7

Показателем функциональной незрелости системы неспецифической активации (ДНА) служило наличие гиперсинхронного альфа-ритма или билатерально-синхронных групп острых волн тета-диапазона в теменно-затылочных отделах, а показателем незрелости фронтоталамической системы (НФТС) — наличие медленно-волновых билатерально-синхронных колебаний тета-диапазона в передних и центральных отделах мозга (Мачинская и др, 1997).

## Экспериментальные процедуры

Для исследования поведенческих характеристик внимания использовались тест «Простое обнаружение редкого стимула» (Zimmermann, 1993) и тест «Иерархическая буква» (Navon, 1977). Предъявление тестов осуществлялось с помощью компьютерной программы в оболочке «Butterfly» (Pulkin, 1996). Методика эксперимента была разработана и апробирована в дипломном исследовании А. Белопольского, выполненном на факультете психологии МГУ.

При выполнении теста «Простое обнаружение редкого стимула» испытуемые сидели примерно в 60 см от экрана. Необходимо было смотреть в центр тонкой черной рамки (9 угл. град.), постоянно предъявляемой на экране, и как можно быстрее нажимать на клавишу каждый раз при появлении в центре нее черного квадрата (0,7 угл. град.). Интервал между ответом испытуемого и появлением следующего целевого стимула варьировал и составлял 2750 мс, 3000 мс и 3250 мс, время экспозиции целевого стимула составляло 2 с. Использовалось по 20 проб с каждым временным интервалом. Пробы с разными временными интервалами были распределены равномерно.

В тесте «Иерархическая буква» задача испытуемого заключалась в идентификации одной из двух букв, «Е» или «Н», и нажатии на одну из соответствующих кнопок ответного устройства указательным пальцем правой или левой руки. Эксперимент состоял из двух серий. В первой серии при появлении иерархического стимула было необходимо идентифицировать большую букву (глобальный аспект фигуры). Использовалось 6 целевых стимулов: 2 совпадающих, 2 конфликтных и 2 нейтральных. Совпадающими стимулами были большая буква «Е» (6,4 x 2,4 угл. град.), составленная из маленьких букв «е» (0,8 x 0,3 угл. град.), а также большая буква «Н», составленная из маленьких букв «н». Конфликтными стимулами были большая «Е», составленная из маленьких «н» и большая «Н», составленная из маленьких «е», нейтральными — большие «Е» и «Н», написанные маленькими «о». Во второй серии испытуемый должен был идентифицировать маленькую букву (локальный аспект фигуры). Здесь также использовалось 6 целевых стимулов. Конфликтные и совпадающие стимулы были такими же, как и в первой серии. Нейтральными стимулами были большая буква «О», написанная маленькими буквами «е» или «н».

Испытуемые сидели примерно в 45 см. от экрана монитора, в центре которого на сером фоне появлялись стимулы черного цвета. Их просили фиксировать взглядом крестик в центре экрана. Время экспозиции крестика было 1500 миллисекунд. За 500 миллисекунд до появления целевого стимула крестик исчезал и включался звук частотой 587 Гц, который служил предупредительным сигналом. Он продолжал звучать до появления целевого стимула и предъявлялся

до тех пор, пока испытуемый не давал ответ. Экспозиция целевого стимула длилась 100 мс. После ответа испытуемого на целевой стимул вновь появлялся крестик. Для овладения навыками ответа проводились тренировочные серии, идентичные экспериментальным. Серии на идентификацию глобального и локального аспектов фигуры предъявлялись в последовательности АВВА и содержали по 60 проб каждая. Совпадающие, конфликтные и нейтральные стимулы были распределены в каждой серии равновероятно. После каждой серии делался перерыв в 5–7 минут.

Статистическая обработка результатов осуществлялась с помощью дисперсионного анализа (Repeated Measures ANOVA) и t-критерия с использованием стандартного пакета статистических программ SPSS 10,0.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

#### Организация неспецифического зрительного внимания (активационный и мотивационный компоненты)

Для выявления особенностей организации неспецифического внимания в зависимости от возраста и состояния РС мозга был проведен дисперсионный анализ времени реакции (ВР) в ситуации простого обнаружения зрительного сигнала. Использовалась модель RM ANOVA, в которой межстимульный интервал рассматривался в качестве внутри-индивидуального фактора (within-subjects) (3 уровня — 2750 мс / 3000 мс / 3250 мс); в качестве меж-индивидуальных (групповых) факторов (between-subjects) рассматривались функциональное состояние РС мозга (3 уровня — контроль / ДНА / НФТС) и возраст (2 уровня — 7–8 лет и 9–10 лет). В таблице 2 представлены средние

Таблица 2

Средние значения и стандартные отклонения времени реакции в ситуации простого обнаружения зрительных стимулов у детей 7–8 и 9–10 лет с разным функциональным состоянием РС мозга

Возраст	Межстимульный интервал	Контроль		ДНА		НФТС	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
7–8 лет	2750 мс	388,13	83,17	400,74	80,75	383,47	69,79
	3000 мс	379,18	71,78	388,44	81,18	389,56	65,29
	3250 мс	372,67	85,15	379,16	70,37	395,23	71,04
9–10 лет	2750 мс	332,81	38,38	372,40	95,95	316,25	39,30
	3000 мс	326,19	29,22	355,70	88,37	304,25	35,43
	3250 мс	316,19	41,24	352,70	86,98	321,37	31,37

значения (mean) и стандартные отклонения (SD) ВР для всех экспериментальных групп при обнаружении зрительных сигналов, следующих с разными временными интервалами.

Анализ межгрупповых эффектов выявил достоверное влияние фактора «возраст» ( $F_1=13,746$ ;  $p=0,000$ ): при всех вариантах межстимульного интервала во всех исследованных группах детей время реакции при простом обнаружении зрительного сигнала значимо уменьшается с возрастом при переходе от 7–8 к 9–10 годам. Возрастное сокращение времени реакции может быть связано как с совершенствованием активационного компонента внимания, так и с увеличением скорости обработки информации в коре головного мозга. И то и другое может быть обусловлено возрастом уровня возбудимости коры головного мозга в покое и при деятельности. В пользу такого предположения говорят результаты нашего исследования фоновой электрической активности мозга детей 7–8 и 9–10 лет с различным уровнем зрелости РС (Соколова, Мачинская, 2006). В этом исследовании с помощью спектрально-корреляционного анализа ЭЭГ было продемонстрировано достоверное уменьшение с возрастом абсолютных значений спектральной мощности альфа- и тета-колебаний, что в электрофизиологической литературе рассматривается как показатель увеличения уровня возбудимости коры.

Для фактора «состояние регуляторных структур мозга» основного эффекта не было обнаружено ( $F_2=1,163$ ;  $p=0,316$ ) несмотря на то, что приведенные в таблице 2 данные говорят о более замедленной реакции детей с ДНА как в 7–8, так и 9–10 лет. Вместе с тем применение дисперсионного анализа отдельно для двух возрастных групп позволило выявить зависимость ВР при простом обнаружении зрительного объекта от состояния РС мозга в возрасте 9–10 лет на уровне тенденции ( $F_2=2,188$ ;  $p=0,121$ ). При этом максимальное время реакции при всех значениях межстимульного интервала наблюдалось в группе детей с ДНА. Значимые различия выявились при попарном сравнении между детьми 9–10 лет с ДНА и детьми этого же возраста с НФТС ( $p=0,05$ ). Этот факт говорит о том, что активационный компонент внимания наименее эффективен в группе детей с ДНА, а также подтверждает правомерность используемых ЭЭГ-критериев для выявления детей с незрелостью системы неспецифической активации.

При анализе всей выборки детей в целом выявлен основной эффект, связанный с действием фактора «межстимульный интервал» ( $F_{2,246}=5,305$ ;  $p=0,006$ ). Как свидетельствуют данные, представленные в таблице 2, во всех группах детей обоих возрастов отмечаются различия во времени реакции, определяемые величиной предстимульной задержки. Вместе с тем, видно, что увеличение предстимульной задержки по-разному сказывается на продолжительности реакции на зрительный сигнал у детей с различным уровнем зрелости РС мозга: у детей контрольной группы и детей с дефицитом неспецифической активации (ДНА) при увеличении межстимульного интервала время реакции уменьшается, а у детей с функциональной незрелостью ФТС — увеличивается. Такой разнонаправленный характер зависимости времени реакции при разных значениях межстимульного интервала от состояния РС мозга отразился в значимом взаимодействии факторов «межстимульный интервал» и «состояние регуляторных структур мозга» ( $F_{4,246}=2,882$ ;  $p=0,023$ ).

Изменение времени реакции при увеличении предстимульной задержки характеризует эффективность произвольного удержания внимания — сокращение ВР в контрольных группах и в группах с ДНА у детей обоих возрастов говорит о том, что «подключение» мобилизационного компонента внимания у этих детей способствует более быстрой обработке информации. В 7–8 лет сокращение времени реакции при увеличении межстимульного интервала от минимального к максимальному значимо по *t*-критерию Стьюдента как для детей контрольной группы ( $p=0,005$ ), так и для детей с ДНА ( $p=0,005$ ). В возрасте 9–10 лет те же закономерности изменения ВР в зависимости от межстимульного интервала отмечаются в контрольной группе на уровне тенденции ( $p=0,08$ ), а в группе с ДНА значимы ( $p=0,017$ ). У детей 7–8 лет с НФТС, напротив, увеличение временного интервала между предъявлением простых зрительных сигналов приводит к замедлению реакции, значимые различия с противоположным знаком отмечаются между ВР при минимальном и максимальном межстимульном интервале ( $p=0,051$ ), что свидетельствует о трудностях произвольного удержания внимания у детей этой группы. В 9–10 лет в этой группе детей различия между ВР при минимальной и максимальной задержке не значимы ( $p=0,769$ ).

Для детей 7–8 лет дисперсионный анализ выявил достоверное влияние межгруппового фактора «состояние РС мозга» на величину разности ВР на сигналы, предъявляемые с минимальной и максимальной задержками ( $F_{2,92}=6,667$ ;  $p=0,002$ ). Попарное сравнение этого показателя в группах выявило наличие значимых различий между детьми с НФТС и двумя другими группами — контрольной и группой с ДНА ( $p=0,008$  и  $p=0,001$  соответственно), тогда как различия между этими двумя группами отсутствовали. У детей с НФТС обнаружены также возрастные различия (влияние фактора «возраст») на уровне тенденции для разности ВР при предъявлении стимулов с минимальной и средней задержкой ( $F_{1,40}=2,972$ ;  $p=0,092$ ). Эти различия связаны с тем, что, как отмечалось выше, в 7–8 лет у детей с НФТС время реакции на сигналы, следующие с интервалом 3000 мс, больше, чем на следующие с интервалом 2750 мс, а в 9–10 лет, наоборот, меньше.

Таким образом, исследование показателей времени реакции в ситуации простого обнаружения сигнала у детей младшего школьного возраста показало, что функциональное созревание РС мозга разного уровня оказывает специфическое влияние на формирование активационного и мотивационного компонентов зрительного внимания. Дети, на ЭЭГ которых были выявлены признаки дефицита неспецифической активации, демонстрировали увеличение времени обнаружения зрительного сигнала при всех вариантах межстимульного интервала по сравнению с контрольной группой и детьми с НФТС, более отчетливо выраженное в 9–10 лет. Кроме того, в этой группе детей меньше, чем в двух других группах, было выражено возрастное (от 7–8 лет к 9–10 годам) сокращение времени реакции. Эти результаты свидетельствуют о зависимости формирования активационного компонента внимания в младшем школьном возрасте от функционального созревания системы неспецифической активации РФ ствола головного мозга.

У детей с НФТС в отличие от детей с ДНА не было выявлено относительной несформированности активационного компонента внимания. Напротив,

время реакции обнаружения в этой группе в целом было либо сходно с наблюдаемым в контрольной группе (в 7–8 лет), либо даже более коротким (в 9–10 лет). Специфика организации зрительного внимания у детей с НФТС проявилась в особенностях влияния увеличения межстимульного интервала на скорость реагирования при появлении зрительного сигнала. Вместо возрастания скорости реакции, наблюдаемого в контрольной группе и группе с ДНА, обусловленного «подключением» мотивационного компонента внимания, эти дети демонстрировали замедление реакции, наиболее выраженное при максимальной предстимульной задержке (3250 мс) в обеих возрастных группах, что указывает на неэффективность механизмов произвольного удержания внимания при функциональной незрелости фронто-таламической РС. Вместе с тем тот факт, что у детей с НФТС в 7–8 лет замедление реакции отмечалось уже при средних значениях межстимульного интервала (3000 мс), а в 9–10 лет при средних значениях предстимульной задержки время реакции сокращалось и увеличивалось только при максимальных значениях, позволяет сделать вывод о положительной возрастной динамике в формировании мотивационного компонента внимания в этой группе детей.

### **Организация избирательного зрительного внимания (информационный компонент)**

Статистическая обработка данных исследования избирательного зрительного внимания в ситуации опознания иерархической буквы осуществлялась с помощью модели RM ANOVA, в которой переменными служили значения ВР при правильном опознании. В качестве внутри-индивидуальных факторов (within-subjects) рассматривались: ситуация (2 уровня — глобальный аспект / локальный аспект), стимул (3 уровня — совпадающий / конфликтный / нейтральный); в качестве меж-индивидуальных факторов (between-subjects) — функциональное состояние РС мозга (РС) (3 уровня — норма / ДНА / НФТС) и возраст (2 уровня — 7–8 лет и 9–10 лет). Дискриптивная статистика для ВР во всех группах представлена в таблице 3.

На основании дисперсионного анализа для испытуемых всех групп были выявлены общие закономерности организации зрительного избирательного внимания в ситуации опознания иерархической буквы. Обнаружено высоко значимое влияние факторов «ситуация», «стимул» и их взаимодействия по всей выборке (таблица 4). Данные, представленные в таблице 3, показывают, что время реакции при опознании локального аспекта буквы выше, чем при опознании глобального, что особенно отчетливо проявляется при восприятии конфликтных стимулов. В свою очередь, время опознания конфликтных стимулов во всех случаях выше, чем совпадающих и нейтральных. Причем различия в реакции на разные виды стимулов больше выражены в ситуации опознания локального аспекта буквы. Сходные закономерности, согласно нашим предыдущим исследованиям, наблюдаются и у взрослых (Крупская, Мачинская, 2005). Эти результаты соответствуют имеющимся в литературе данным (Yovel et al., 2001).

Межиндивидуальный фактор «возраст» также оказывает высоко значимое влияние на время правильного опознания различных аспектов иерархической

Таблица 3

Средние значения и стандартные отклонения времени реакции в ситуации правильного опознавания иерархической буквы у детей 7–8 и 9–10 лет с разным функциональным состоянием РС мозга

Возраст	Ситуация	Стимул	Контроль		ДНА		НФТС	
			Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
7–8 лет	Опознавание глобального аспекта	Совпадающий	608,06	154,41	634,48	137,07	535,78	164,12
		Конфликтный	625,99	157,61	656,66	152,18	558,03	162,47
		Нейтральный	609,86	132,64	620,80	133,10	520,78	161,29
	Опознавание локального аспекта	Совпадающий	813,01	223,70	798,92	173,24	842,48	158,06
		Конфликтный	937,02	244,91	935,24	240,75	991,30	172,17
		Нейтральный	831,64	215,98	880,85	202,29	894,50	154,43
9–10 лет	Опознавание глобального аспекта	Совпадающий	550,28	103,63	508,20	148,61	476,00	45,48
		Конфликтный	548,06	86,20	528,80	179,12	499,00	92,99
		Нейтральный	542,83	103,15	531,40	167,11	514,00	141,83
	Опознавание локального аспекта	Совпадающий	718,33	144,99	687,80	253,12	625,00	129,68
		Конфликтный	800,04	159,11	724,00	277,15	677,86	174,39
		Нейтральный	721,33	174,94	692,90	257,16	599,71	150,90

буквы во всех ситуациях у детей с различным состоянием РС мозга. Общим для всех детей является сокращение времени правильного опознавания к 9–10 годам. Учитывая аналогичные данные, полученные при исследовании неспецифического внимания у тех же детей (см. предыдущий раздел результатов), можно предположить, что такая возрастная динамика отражает повышение возбудимости коры в целом и увеличение скорости обработки сенсорной информации. Согласно данным, представленным в таблицах 3 и 4, в период младшего школьного возраста изменяются не только наиболее общие свойства процессов переработки информации, но также происходят перестройки в организации избирательного внимания. Об этом свидетельствует значимое взаимодействие факторов «ситуация» \* «возраст», «стимул» \* «возраст». Кроме того, наличие близкого к значимому взаимодействия факторов «ситуация» \* «состояние РС мозга» \* «возраст» дает основание предполагать существование различий в организации избирательного зрительного внимания и особенностей его возрастной динамики у детей с функциональной незрелостью РС мозга разного уровня. Для анализа этого предположения были проведены дополнительные статистические процедуры — RM ANOVA отдельно для детей 7–8 и 9–10 лет (таблица 5), а также анализ возрастной динамики времени опознавания



**Таблица 4**

Результаты RM ANOVA для ВР при правильном опознании иерархической буквы по всей выборке испытуемых (здесь и далее в таблицах выделены значимые влияния факторов )

<b>Фактор</b>	<b>df</b>	<b>F</b>	<b>sig</b>
<i>Возраст</i>	1	17,476	0,000
<i>Ситуация</i>	1	172,510	0,000
Ситуация * PC	2	0,565	0,570
<i>Ситуация * Возраст</i>	1	10,373	0,002
<i>Ситуация * PC * Возраст</i>	2	2,762	0,068
Еггор (Ситуация)	99		
<i>Стимул</i>	2	34,429	0,000
Стимул * PC	4	0,608	0,658
<i>Стимул * Возраст</i>	2	4,685	0,010
Стимул * PC * Возраст	4	0,128	0,972
Еггор (Стимул)	198		
<i>Ситуация * Стимул</i>	2	17,466	0,000
Ситуация * Стимул * PC	4	0,877	0,479
<i>Ситуация * Стимул * Возраст</i>	2	5,190	0,006
Ситуация * Стимул * PC * Возраст	4	1,151	0,334
Еггор (Ситуация * Стимул)	198		

**Таблица 5**

Результаты RM ANOVA для ВР при правильном опознании иерархической буквы отдельно для детей 7–8 лет и 9–10 лет

<b>Факторы \ Возраст</b>	<b>7–8 лет</b>			<b>9–10 лет</b>		
	<b>df</b>	<b>F</b>	<b>sig</b>	<b>df</b>	<b>F</b>	<b>sig</b>
Ситуация	1	194,152	0,000	1	49,520	0,000
Ситуация * PC	2	4,878	0,011	2	0,534	0,591
Еггор (Ситуация)	67			32		
Стимул	2	44,157	0,000	2	8,669	0,000
Стимул * PC	4	0,473	0,755	4	0,507	0,731
Еггор (Стимул)	134			64		
Ситуация * Стимул	2	22,478	0,000	2	8,323	0,001
Ситуация * Стимул * PC	4	1,058	0,380	4	1,593	0,187
Еггор (Ситуация * Стимул)	134			64		



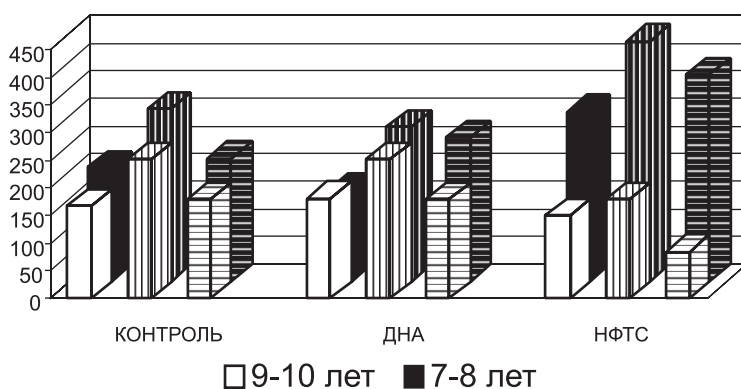
иерархической буквы в группах детей с различным уровнем функциональной зрелости РС мозга.

При исследовании детей 7–8 лет с различным уровнем функциональной зрелости регуляторных систем мозга, помимо описанных выше характерных для всей выборки значимых влияний факторов «ситуация» и «стимул» и их взаимодействия, выявилось значимое влияние взаимодействия факторов «ситуация» \* «функциональное состояние РС» (таблица 5).

При опознании локального аспекта буквы максимальное время реакции отмечалось в группе детей с НФТС, в этой же группе при опознании глобального аспекта буквы время реакции было меньше, чем в двух других группах (таблица 3).

Для сопоставления эффективности избирательного внимания у детей с разным типом функционального состояния РС мозга были проанализированы разности во времени реакции опознания локального и глобального аспектов буквы (рисунок 1). Увеличение разницы в скорости опознания локального и глобального аспектов стимула отражает снижение эффективности избирательного внимания. У детей 7–8 лет при попарном сравнении в группах с помощью t-критерия были выявлены значимо более высокие значения этого показателя в группе НФТС по сравнению с контрольной группой для всех типов стимула — совпадающего, конфликтного и нейтрального:  $p=0,037$ ;  $p=0,036$ ;  $p=0,002$ , соответственно, а также по сравнению с группой ДНА:  $p=0,011$ ;  $p=0,024$ ;  $p=0,023$ . Значимых различий между контрольной группой и группой ДНА не выявлено.

Полученные результаты свидетельствуют о меньшей эффективности процессов произвольного избирательного внимания у детей 7–8 лет с функциональной незрелостью фронтоталамической регуляторной системы, что согласуется с результатами, полученными нами ранее в ходе нейропсихологи-



**Рис. 1.** Распределение разностей во времени реакции при правильном опознании локального и глобального аспектов буквы у детей 7–8 и 9–10 лет в зависимости от вида стимула (незаштрихованный — совпадающий, вертикальная штриховка — конфликтный, горизонтальная штриховка — нейтральный) и состояния РС мозга

ческих исследований и электрофизиологических экспериментов (Мачинская, Семенова 2004; Мачинская, 2006). Трудности при распознавании локальных аспектов фигуры в этой группе детей могут быть связаны с несформированностью нейрофизиологических механизмов нисходящей (top-down) избирательной модуляции корковых зон в соответствии с перцептивной задачей.

Дисперсионный анализ RM ANOVA времени правильного опознания иерархической буквы у детей 9–10 лет не выявил достоверного влияния уровня функциональной зрелости РС мозга на скорость реакции ни в качестве основного эффекта, ни в качестве взаимодействующего фактора (таблица 5).

Попарные сравнения в группах также не выявили никаких достоверных различий анализируемых параметров. В этом возрасте дети с незрелостью ФТС не демонстрируют замедление скорости опознания локального аспекта буквы по сравнению с детьми других групп. Разница между временем опознания маленькой и большой буквы (рисунок 1) у детей 9–10 лет с НФТС также не превышает соответствующие параметры реагирования в контрольной группе и в группе с ДНА. Отсутствие достоверных различий в организации избирательного зрительного внимания у детей 9–10 лет с различным уровнем функциональной зрелости РС мозга полностью согласуется с результатами нейропсихологического обследования функций программирования и контроля деятельности (Семенова, 2005). В диссертационной работе О.А. Семеновой показано, что выраженные трудности произвольной организации деятельности, в особенности тех ее аспектов, которые связаны с ее избирательностью, выявляются у детей с незрелостью ФТС в 7–8 лет и отсутствуют в 9–10 лет.

Анализ возрастных изменений времени опознания иерархической буквы в группах детей с различным уровнем функциональной зрелости РС мозга (результаты RM ANOVA представлены в таблице 6) указывает на то, что «нивелирование» различий в организации зрительного внимания у этих детей связано с особенностями возрастных перестроек.

Наряду с тем, что во всех трех группах фактор «возраст» оказался значимым в качестве главного эффекта, что, как отмечалось выше, связано с уменьшением времени реакции во всех экспериментальных ситуациях, только у детей с НФТС отмечено значимое взаимодействие факторов «ситуация» и «возраст». Это взаимодействие отразило более выраженное возрастное повышение скорости реагирования в ситуации опознания маленькой буквы, чем в ситуации опознания большой буквы (рисунок 1) в этой группе детей. Также только в группе детей с НФТС с помощью t-критерия выявлено значимое сокращение с возрастом разницы во времени опознания локального и глобального аспекта иерархической буквы (рисунок 1) для всех видов стимулов: совпадающего ( $p=0,031$ ), конфликтного ( $p=0,003$ ) и нейтрального ( $p=0,000$ ). Выраженные прогрессивные изменения временных параметров избирательного зрительного опознания у детей с НФТС при переходе от 7–8 к 9–10 годам свидетельствуют о повышении эффективности информационного компонента внимания. Сходных изменений у детей контрольной группы и у детей с ДНА в этом возрастном диапазоне не выявляется. Возможно, это связано с тем, что прогрессивные изменения нейрофизиологических механизмов селективного произвольного внимания, обусловленные созреванием ФТС (Мачинская

Таблица 6

Результаты RM ANOVA для ВР при правильном опознании иерархической буквы  
отдельно для детей с разным состоянием РС мозга

Группы	Контроль			ДНА			НФТС		
Факторы	df	F	sig	df	F	sig	df	F	sig
<i>Возраст</i>	1	919,940	0,000	1	5,459	0,027		590,679	0,000
<i>Ситуация</i>	1	94,900	0,000	1	34,142	0,000	1	63,051	0,000
<i>Ситуация * Возраст</i>	1	1,030	0,316	1	0,618	0,438	1	13,250	0,001
Еггог (Ситуация)	39			29			31		
<i>Стимул</i>	2	19,287	0,000	2	8,852	0,000	2	10,131	0,000
Стимул * Возраст	2	1,249	0,292	2	1,998	0,145	2	1,454	0,242
Еггог (Стимул)	78			58			62		
<i>Ситуация * Стимул</i>	2	17,814	0,000	2	3,313	0,052	2	4,221	0,019
Ситуация * Стимул * РС	2	0,219	0,804	2	2,284	0,70	2	2,425	0,099
Еггог (Ситуация* Стимул)	78			58			62		

и др., 1997) и формированием избирательного взаимодействия корковых зон в левом полушарии (Thatcher, 1994), происходят в норме в более раннем возрасте (в 6–7 лет). О повышении эффективности произвольного избирательного внимания у детей в период между 6 и 7 годами и отсутствии выраженных различий между детьми 7 лет и детьми старших возрастных групп (8 и 9 лет) сообщается в работе (Rueda, 2004). Как свидетельствуют данные о возрастной динамике межцентрального взаимодействия корковых зон в покое (Thatcher, 1994) и в ситуации произвольного предстимульного внимания (Мачинская, 2006), в возрасте 9–10 лет происходят новые преобразования системной функциональной организации мозга, связанные с опережающим формированием корковых связей в правом полушарии и «вовлечением» структур этого полушария в процессы избирательной подготовки к деятельности. Качественные изменения нейрофизиологических механизмов произвольного внимания, вероятно, влекут за собой временное снижение его эффективности, и в этом проявляется общая закономерность развития психических функций в онтогенезе (Сергиенко, 2003).

Полученные результаты свидетельствуют о гетерохронии и неравномерности формирования произвольного внимания у детей младшего школьного возраста, что в значительной степени определяется возрастными и индивидуальными особенностями функционального созревания коры и регуляторных структур головного мозга.

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Функциональное созревание регуляторных систем головного мозга играет важную роль в формировании различных компонентов зрительного внимания у детей младшего школьного возраста. У детей с незрелостью системы неспецифической активации ствола головного мозга в наибольшей степени страдает активационный компонент внимания, что проявляется в увеличении времени реакции при простом обнаружении зрительного сигнала, причем эта особенность отмечается как в 7–8, так и в 9–10 лет. Вместе с тем, дефицит неспецифической активации не оказывает отрицательного влияния на формирование мотивационного и информационного компонентов внимания. У детей с функциональной незрелостью фронто-таламической системы в возрасте 7–8 лет, напротив, поддержание произвольного внимания и его избирательность страдают в наибольшей степени. Это проявляется в снижении скорости простого обнаружения зрительного сигнала при увеличении временного интервала между стимулами и в трудностях опознания локального аспекта иерархической буквы в ситуации избирательного зрительного внимания. К 9–10 годам в этой группе детей наблюдаются существенные прогрессивные изменения временных параметров зрительного восприятия, связанные с повышением эффективности как мотивационного, так и, еще в большей степени, информационного компонентов внимания.

Проведенное исследование позволило выявить общие для всех обследованных детей возрастные изменения параметров зрительного внимания как в ситуации простого обнаружения, так и в ситуации опознания различных аспектов иерархической буквы: у всех детей от 7–8 к 9–10 годам сокращается время реакции, что обусловлено увеличением уровня возбудимости коры и ускорением процессов обработки информации.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Ахутина Т.В.* Трудности письма и их нейропсихологическая диагностика / Письмо и чтение: трудности обучения и коррекция. М.-Воронеж, 2001. С. 7–20.
- Батуев А.С.* Высшие интегративные системы мозга. Л.: Наука, 1981.
- Выготский Л.С.* Детская психология // Собр. соч. В 6 т. / Под ред. Д.Б. Эльконина. М: Педагогика, 1984. Т. 4.
- Джаспер Г.Г.* Современные представления о восходящем активирующем действии ретикулярной системы // Ретикулярная формация мозга / Под ред. Г.Г. Джаспера, Л.Д. Поктора и др. М.: Медгиз, 1962. С. 286–297.

- Крупская Е.В., Мачинская Р.И. Организация избирательного зрительного внимания у детей 7–8 лет с различной степенью зрелости регуляторных систем мозга // Культурно-исторический подход и исследование процессов социализации. Материалы чтений памяти Л.С. Выготского. 5-ая международная конференция. Москва, 15–17 ноября 2004 г. Сборник научных трудов. М.: РГГУ, 2005. Т. 2. С. 269–279.
- Мачинская Р.И. Нейрофизиологические механизмы произвольного внимания (Аналитический обзор) // Журн. высш. нервн. деят. 2003. Т. 53. № 2. С. 133–150.
- Мачинская Р.И. Функциональное созревание мозга и формирование нейрофизиологических механизмов избирательного произвольного внимания у детей младшего школьного возраста // Физиология человека. 2006. Т. 32. № 1. С. 26–36.
- Мачинская Р.И., Дубровинская Н.В. Мозговое обеспечение информационных и мотивационных компонентов произвольного внимания у детей младшего школьного возраста // А.Р. Лурия и психология XXI века (доклады 2-й международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.Р. Лурия) / Под ред. Т.В. Ахутиной и Ж.М. Глозман. М., 2003. С. 309–318.
- Мачинская Р.И., Лукашевич И.П., Фишман М.Н. Динамика электрической активности мозга у детей 5–8-летнего возраста в норме и при трудностях обучения // Физиология человека. 1997. Т. 23. № 5. С. 5–11.
- Мачинская Р.И., Семенова О.А. Особенности формирования высших психических функций у младших школьников с различной степенью зрелости регуляторных систем мозга // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 2004. Т. 40. № 5. С. 427–435.
- Полонская Н.Н. Нейропсихологические особенности детей с разной успешностью обучения // А.Р. Лурия и психология XXI века (доклады второй международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.Р. Лурия) / Под ред. Т.В. Ахутиной и Ж.М. Глозман. М., 2003. С. 206–214.
- Семенова О.А. Формирование функций регуляции и контроля в младшем школьном возрасте. Дисс. ... канд. психол. наук. М., 2005.
- Сергиенко Е.А. Динамика психического развития: онтогенетический и психогенетический аспекты // А.Р. Лурия и психология XXI века (доклады 2-й международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.Р. Лурия) / Под ред. Т.В. Ахутиной и Ж.М. Глозман. М., 2003. С. 336–340.
- Соколова Л.С., Мачинская Р.И. Формирование функциональной организации коры больших полушарий в покое у детей младшего школьного возраста с различной степенью зрелости регуляторных систем мозга. Сообщение 1. Анализ спектральных характеристик ЭЭГ в покое // Физиология человека. 2006. Т. 32. № 5. С. 5–14.
- Фарбер Д.А., Бетелева Т.Г., Горев А.С., Дубровинская Н.В., Мачинская Р.И. Функциональная организация развивающегося мозга и формирование когнитивной деятельности // Физиология развития ребенка / Под ред. Д.А. Фарбер, М.М. Безруких. М.: Образование от А до Я, 2000. С. 82–104.
- Brunia C.H. *Neural aspects of anticipatory behavior* // *Acta Psychol. (Amst)*. 1999. V. 101. P. 213–242.
- Coull J.T. *Neural correlates of attention and arousal: insights from electrophysiology, functional neuroimaging and psychopharmacology* // *Progress in Neurobiology*. 1998. V. 55. P. 343–361.
- D'Esposito M. *From cognitive to neural models of working memory* // *Phil. Trans. R. Soc. B*. 2007. V. 362. P. 761–772.
- Demiralp T., Basar E. *Theta rhythmicities following expected visual and auditory targets* // *Int. J. Psychophysiol*. 1992. V. 13. P. 147–160.
- Gazzaley A., Rissman J., D'Esposito M. *Functional connectivity during working memory maintenance* // *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*. 2004. V. 4. № 4. P. 580–599.

- Kahana M.J., Seelig D., Madsen J.R. *Theta return* // *Current Opinion in Neurobiology*. 2001. V. 11. P. 739–744.
- Navon D. *Forest before trees: the precedence of global features in visual perception* // *Cognitive Psychology*. 1977. V. 9. P. 353–383.
- Posner M.I. *Attention in cognitive neuroscience: an overview* // *The cognitive neurosciences* / Ed. by M.S. Gazzaniga. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 1994. P. 615–624.
- Pulkin B.V. *Butterfly: programming without programming. System for professional psychology* // *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*. 1996. V. 28. № 4. P. 577–583.
- Rueda M.R., Fan J., McCandliss B.D., Halparin J.D., Gruber D.B., Lercari L.P., Posner M.I. *Development of Attentional Networks in Childhood* // *Neuropsychologia*. 2004. V. 42. P. 1029–1040.
- Sarter M., Givens B., Bruno J.P. *The cognitive neuroscience of sustained attention: where top-down meets bottom-up* // *Brain Research Reviews*. 2001. V. 35. P. 146–160.
- Thatcher R.W. *Cyclic Cortical Re-Organization: Origins of Human Cognitive Development* // *Human Behavior and the Developing Brain* / Ed. by G. Dawson, K. Fischer. Guilford Press: New York, 1994. P. 232–266.
- Underwood G. *The Stroop effect* // *Attention and Memory*. Oxford: Pergamon, 1976. P. 243–247.
- Yovel G., Levy J., Yovel I. *Hemispheric asymmetries for global and local visual perception: effects of stimulus and task factors* // *J. Exp. Psychol. Hum. Percept Perform.* 2001. V. 27. № 6. P. 1369–1385.
- Zimmermann P., North P., Fimm B. *Diagnosis of Attentional Deficits: Theoretical considerations and presentation of a test battery* // *Developments in the Assessment and Rehabilitation of Brain-Damaged Patients. Perspectives from a European Concerted Action* / Ed. by Franz J. Stachowiak. Tübingen: Gunter Narr Verlag, 1993. P. 3–15.

# СОСТОЯНИЯ КОРЫ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА ПРИ ВНУТРЕННЕЙ ИНДУКЦИИ ЭМОЦИЙ

*С.Г. Данько*

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Важнейшая роль эмоций (в широком понимании) в поведении человека и животных обусловила большое непреходящее внимание научного сообщества к центральной проблеме «эмоции и мозг». Ситуация достаточно ярко иллюстрируется тем фактом, что за последние 5 лет опубликовано более 650 только обзоров и мета-анализов по этой проблеме\*, общее же количество соответствующих научных публикаций за это время превысило 4500. Эти цифры отражают как сложность и многоплановость проблемы, так и широкий спектр существующих теоретических представлений, методик экспериментальных исследований и интерпретаций получаемых результатов.

Поэтому представляется целесообразным в вводной части обозначить направленность, исходные положения и методические особенности работ, материалы которых представлены в настоящей статье.

Известно, что научные теории психических процессов характеризуются, по выражению Л.М. Веккера (Веккер, 2000), «дробностью» и «рыхлостью», что выражается в одновременном существовании нескольких несводимых теорий для каждого из процессов. Это в достаточной степени справедливо и для эмоций. Обзоры этих теорий представлены в ряде руководств и монографий (см., напр.: Изард, 2000; Ильин, 2001; Афтанас, 2000 и др). Мы не можем сказать, что настоящая работа выполнена в рамках определенной теории эмоций, но постараемся указать здесь на те представления, которые наиболее существенны для понимания направленности и результатов нашей работы.

1. Эмоции в наиболее общем плане понимаются как отражение в мозге субъекта его отношений к значимым для него объектам, т.е. необходимо вклю-

---

\* По данным поисковой системы PubMed — <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=PubMed>.



чают в себя психическое отражение объекта эмоций (когнитивный компонент) и психическое отражение состояний субъекта — носителя эмоций. В функционировании этого второго компонента («психосоматического», по терминологии Л.М. Веккера) важнейшую роль играет иерархическая система потребностей субъекта. В функционировании когнитивного компонента столь же важную роль играет оценка (appraisal) объекта эмоций как способствующего или препятствующего удовлетворению потребностей субъекта, желаемого или избегаемого (approach – withdrawal).

2. Возникшие в ходе эволюционного процесса эмоции играют в норме роль регулятора адаптивного поведения животных и человека.

3. Эмоции развиваются (дифференцируются, усложняются) в ходе эволюционного процесса, образуя при этом иерархическую систему. Наиболее древний и наименее дифференцированный вид эмоций низших животных лежит в основании развитой иерархической системы у человека и высших животных и проявляется как валентность (знак) более сложных эмоций.

4. Эмоция представляет собой динамический процесс, включающий в себя фазу развития эмоции, фазу выраженного эмоционального (эмоционально окрашенного) состояния, фазу угасания эмоции. Собственно эмоции (эмоции в узком смысле в отличие от настроений, аффективных психопатологических состояний, аффективных личностных черт) характеризуются, прежде всего, диапазоном длительности конкретного эмоционального состояния — десятки и сотни секунд. События/ситуации, приводящие к развитию эмоции, идентифицируются относительно легче, чем для прочих эмоциональных феноменов.

5. В исследованиях эмоций могут быть выделены три относительно самостоятельных направления, соответствующие представлению об основных структурных компонентах (подсистемах) эмоций — это нейрофизиологические процессы на центральном и периферическом уровне, поведенческие (моторные) проявления, субъективные ощущения/переживания. Понимание эмоции должно быть системным, т.е. учитывать взаимодействия (взаимосодействия, по терминологии П.К. Анохина (Анохин, 1980), этих подсистем.

6. Адаптивная роль эмоций проявляется в регуляции функционирования различных систем организма, в том числе и в существенном влиянии на состояния центральной нервной системы и процессы в ней. Другими словами, результат действия (условный выход) системы оказывает существенное влияние на свойства самой системы, которая в подобных случаях принципиально является нестационарной и нелинейной.

В настоящей статье обобщены результаты ряда работ, проведенных в Институте мозга человека РАН в 2001–2005 г. под руководством Н.П. Бехтеревой при участии сотрудников лаборатории психофизиологии исполнительских искусств Санкт-Петербургской Государственной академии театрального искусства, руководимой Л.В. Грачевой (Антоновой)\*. В этом цикле работ объектом исследования были состояния коры головного мозга (КГМ) при нескольких

---

\* Результаты отдельных этапов этой работы были частично опубликованы ранее в совместных с другими участниками работы статьях и тезисах (Данько и др., 2003а, б; 2004; Danko et al., 2003; 2005; 2006a,b).

близких вариантах внутренней индукции эмоций в фазе предположительно (по условиям эксперимента и самоотчетам испытуемых) выраженных эмоций положительной или отрицательной валентности. Эмоции рассматривались как эмоциональные состояния, т.е. допускалось существование относительно устойчивых во времени компонентов эмоции и соответствующих им устойчивых во времени (квазистационарных) нейрофизиологических процессов, которые могли бы быть адекватно охарактеризованы средними значениями тех или иных параметров на интервалах времени эмоционального состояния.

В экспериментах исследовалась внутренняя индукция эмоций, осуществляемая посредством выполнения заданий на переживание испытуемыми эмоциогенных личных воспоминаний — метод, достаточно часто используемый в психофизиологических исследованиях эмоций (Сидорова и др., 1991; Костюнина, Куликов, 1995; Костюнина, 1996; Русалова, Костюнина, 1999; Pardo et al., 1993; Damasio et al., 2000 и др.). Наши психофизиологические исследования проводились с участием студентов-актеров разных курсов и студентов неактерских специальностей. Как варианты метода внутренней индукции применялись также индукция эмоций посредством выполнения заданий на переживание эмоционально насыщенных сцен из учебного драматического материала и эмоциогенных ситуационных этюдов. Предполагалось, что таким образом возможно получить информацию о сходстве и различии состояний КГМ при применении близких вариантов метода внутренней индукции эмоций, отличающихся в идеале только степенью участия воображения и автобиографической памяти в индукции эмоций.

В качестве нейрофизиологических индикаторов дифференцировки состояний коры мозга в нашей работе использовались различия средних на соответствующих временных интервалах значений мощности и когерентности флуктуирующих (осциллирующих) во времени электрических потенциалов на внешней поверхности головы. Эти потенциалы, частотный спектр которых занимает область единиц и десятков кол/сек, обусловлены синхронизированной во времени деятельностью нейронов КГМ и обычно обозначаются как электроэнцефалограмма (ЭЭГ). Мощность ЭЭГ определяется, в первую очередь, количеством и синхронизацией активированных нейронов в приэлектродном пространстве (локальная синхронизация), когерентность же ЭЭГ определяется синхронизацией осцилляций на межэлектродных расстояниях, поэтому последняя рассматривается как характеристика пространственной, или длинно-дистантной (long-distance) синхронизации.

Различные показатели ЭЭГ при внутренней индукции эмоций у здоровых испытуемых исследовались и ранее, но число таких работ относительно невелико (Афтанас, 2000; Сидорова и др., 1991; Костюнина, Куликов, 1995; Костюнина, 1996; Русалова, Костюнина, 1999; Tucker, Dawson, 1984; De Pascalis et al., 1987; Hinrichs, Machleidt, 1992; Crawford et al., 1996; Marosi et al., 2001). Разнообразие полученных результатов, вероятнее всего обусловленное разнообразием использованных физиологических показателей и условий проведения исследований, делает, на наш взгляд, практически невозможными сколько-нибудь обоснованные обобщения полученных результатов. В наших исследованиях мы сосредоточили свое внимание на показателях абсолютной мощности и ко-

герентности ЭЭГ, рассматривая их во всей доступной совокупности частотных диапазонов и на всей поверхности головы при использовании средств современной количественной многоканальной электроэнцефалографии и современных методик статистического анализа. Используя эти показатели, мы, наряду с указанными выше основными целями данного цикла исследований, хотели оценить воспроизводимость результатов, полученных ранее при применении этих или сходных показателей, а также оценить степень воспроизводимости результатов в нескольких группах испытуемых при применении одинаковых методов регистрации и обработки материалов.

## 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

### Контингент испытуемых

В исследованиях состояний КГМ человека при внутренней эмоциональной индукции приняли участие 93 человека, в т.ч. 76 испытуемых — студентов 1-го (27 испытуемых: 12 мужчин, 15 женщин), 2-го (16 испытуемых: 7 мужчин, 9 женщин) и 4-го (16 испытуемых: 7 мужчин, 9 женщин) курсов актерского отделения Государственной академии театрального искусства (СПбГАТИ), а также группа испытуемых (17 человек) — студентов разных курсов неактерских специализаций этого же учебного заведения. Возраст испытуемых — 18–27 лет. На момент исследования все считали себя практически здоровыми и отрицали наличие нервно-психических заболеваний в прошлом.

### Индукция эмоций

Внутренняя индукция эмоций осуществлялась в процессе выполнения основных заданий 2-х типов: эмоционально-значимые личные воспоминания (тест 1) и переживание сценических ситуаций (тест 2).

Для выполнения теста 1 испытуемым предлагалось перед началом регистрации выбрать в памяти по 2 наиболее ярких и сильных эмоционально-насыщенных ситуации, связанные с ощущениями, которые очень хотелось бы (эмоционально-положительные ситуации) или очень не хотелось бы (эмоционально-отрицательные ситуации) вновь испытать в жизни. Испытуемых предупреждали, что они не должны будут давать сведения о содержании ситуаций, т.е. воспоминания могут быть сколь угодно интимны. По сигналу исследователя они должны были постараться вновь «войти» в ситуацию указанного исследователем типа, вызвать и удержать в себе (если надо, повторным «вхождением» в ситуацию) соответствующие ощущения до сигнала окончания регистрации. Для выполнения теста 2 студентам 2-го и 4-го курсов предлагалось осуществить поочередное мысленное переживание в образе того или другого главного героя драмы В. Шекспира «Ромео и Джульетта» эмоционально-отрицательной (сцена в склепе) и эмоционально-положительной (сцена на балконе) ситуации. Пересказ проживаемых ситуаций также не требовался. Студентам 1-го курса в тесте 2 драматургический материал был заменен этюдным: испытуемым только

обозначалась эмоционально-положительная или эмоционально-отрицательная ситуации без детализации (например, «выигрыш крупной суммы денег – потеря крупной суммы денег», «приглашение на главную роль в фильме – невозможность попасть на пробную съемку из-за аварии» и т.п.).

Эмоционально-положительные и эмоционально-отрицательные, личные и сценические ситуации чередовались случайным образом. Между заданиями на переживание таких ситуаций испытуемые выполняли задания на мысленный счет времени. Состояние мысленного счета времени в дальнейшем использовалось как референтное.

Применялись графические формы самоотчета испытуемых о характере испытанных эмоций (Bradley, Lang, 1994).

## **Регистрация и анализ ЭЭГ**

Регистрация электроэнцефалограммы осуществлялась во время выполнения тестов 1 и 2, выполнения мысленного счета времени и у части испытуемых – в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами в течение 2-х минут.

ЭЭГ регистрировалась монополярно в 19 стандартных отведениях системы 10–20 с объединенным референтным электродом на мочках ушей. Запись осуществлялась монополярно в полосе пропускания 0–70 Гц посредством компьютерного электроэнцефалографа «Мицар-ЭЭГ» с частотой дискретизации 250 Гц. При обработке записей использовался режекторный фильтр, настроенный на частоту 50 Гц, с полосой подавления 0,1 Гц.

С целью исключения из последующей обработки искаженных артефактами фрагментов производился анализ и редактирование зарегистрированных процессов с использованием программных средств пакета WinEEG. Участок записи автоматически отмечался как артефактный при превышении текущей мощностью ЭЭГ в полосах пропускания 0–3 Гц и/или 30–60 Гц пороговых значений, устанавливаемых кратными максимальным значениям набора средних дисперсий в каналах редактируемой ЭЭГ.

В части более ранних исследований для отведения и усиления использовались средства полиэлектроэнцефалографии (Данько, Каминский, 1984). ЭЭГ усиливалась в полосе 1,5–30 Гц. Для синхронного ввода процессов в компьютер IBM PC и последующей математической обработки применялся комплекс аппаратурно-программных средств, разработанный в Институте мозга человека РАН. Регистрация ЭЭГ осуществлялась равномерно распределенными во времени 40 реализациями длительностью 1 с каждая для каждого из состояний с частотой дискретизации 125 Гц. Осуществлялся визуальный анализ зарегистрированной ЭЭГ; реализации, содержащие видимые артефакты, исключались из последующей обработки.

Расчет количественных характеристик ЭЭГ производился средствами коммерческого программного пакета WinEEG, версия 3.1 (разработан В.А. Пономаревым, НПФ «Мицар», Санкт-Петербург). Рассчитывались средние для каждого испытуемого в конкретном состоянии оценки абсолютной мощности в каждом из отведений и функции когерентности в каждой из попарных ком-

бинаций отведений. Оценки производились по спектральным составляющим, усредненным в следующих диапазонах: тета (4–7 Гц), альфа-1 (7–10 Гц), альфа-2 (10–13 Гц), бета-1 (13–18 Гц), бета-2 (18–30 Гц).

В более поздних исследованиях рассматривались также оценки параметров ЭЭГ в частотном диапазоне гамма (30–40 Гц). В этих случаях использовались частота дискретизации 250 Гц и выборки по 40 интервалов длительностью 2000 мс для каждого из состояний.

Массивы полученных оценок абсолютной мощности процессов подвергались нормализации посредством преобразований  $Y = \log X$ , массивы полученных оценок функции когерентности подвергались нормализации посредством преобразований  $Y = \log(X^2 / (1 - X^2))$ .

Статистический анализ полученных массивов был направлен на выявление достоверных различий между указанными параметрами биоэлектрических процессов в сравниваемых состояниях испытуемых. Использовались методы дисперсионного анализа (Repeated Measures Analysis of Variance). Достоверность различия соответствующих средних между состояниями определялась по планам посубъектного анализа (within subjects design). Для анализа параметров спектра мощности ЭЭГ использовались планы  $D \times S \times Z$ , где  $D$  — фактор частотного диапазона,  $S$  — фактор состояния,  $Z$  — фактор зоны (отведения); для анализа когерентности — планы  $S \times Z$  в каждом частотном диапазоне. При определении достоверности влияния основных факторов и их взаимодействий (main effects) учитывалась поправка Гринхауза–Гайзера. Топография значимых различий выявлялась посредством осуществления множественных сравнений (post hoc comparisons) с использованием критериев Шеффе (Scheffe), Тьюки (Tukey) и Фишера (Fisher LSD). Критерий Шеффе использовался как наиболее строгий (most conservative), критерий Фишера — как наиболее чувствительный, но и наименее строгий. Критерий Тьюки занимает промежуточное положение. Нуль-гипотеза — отсутствие достоверных различий между средними — отклонялась при вероятности ошибки 0,05 и менее.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ

#### Анализ самоотчетов испытуемых

Рассмотрение самооценок состояний испытуемых показало, что эмоционально положительные состояния субъективно несколько чаще оценивались как более отличающиеся от нейтральных по сравнению с эмоционально отрицательными, т.е. на шкале для эмоционально положительных состояний чаще указывалось максимально положительное состояние, а для эмоционально-отрицательных состояний чаще указывалось умеренно отрицательное. Такая же тенденция просматривается и в показателях силы (глубины) эмоций. При этом разница между самооценками, относящимися к личным и сценическим ситуациям, практически отсутствовала. Самооценки возбуждения и «заполненности» состоянием также не показали существенной зависимости от типа состояний.

## **Анализ спектральных характеристик ЭЭГ в отдельных группах испытуемых**

После проведения в рамках настоящей работы серии исследований с применением одинаковых методов внутренней индукции эмоционально-окрашенных состояний у испытуемых на основе переживания эмоционально-значимых автобиографических (личных) и сценических ситуаций, мы получили возможность непосредственно сопоставить результаты, полученные в разных группах испытуемых: 3 группах студентов актерского отделения СПбГАТИ (1, 2 и 4 курсов) и группе студентов неактерских специализаций этого же учебного заведения.

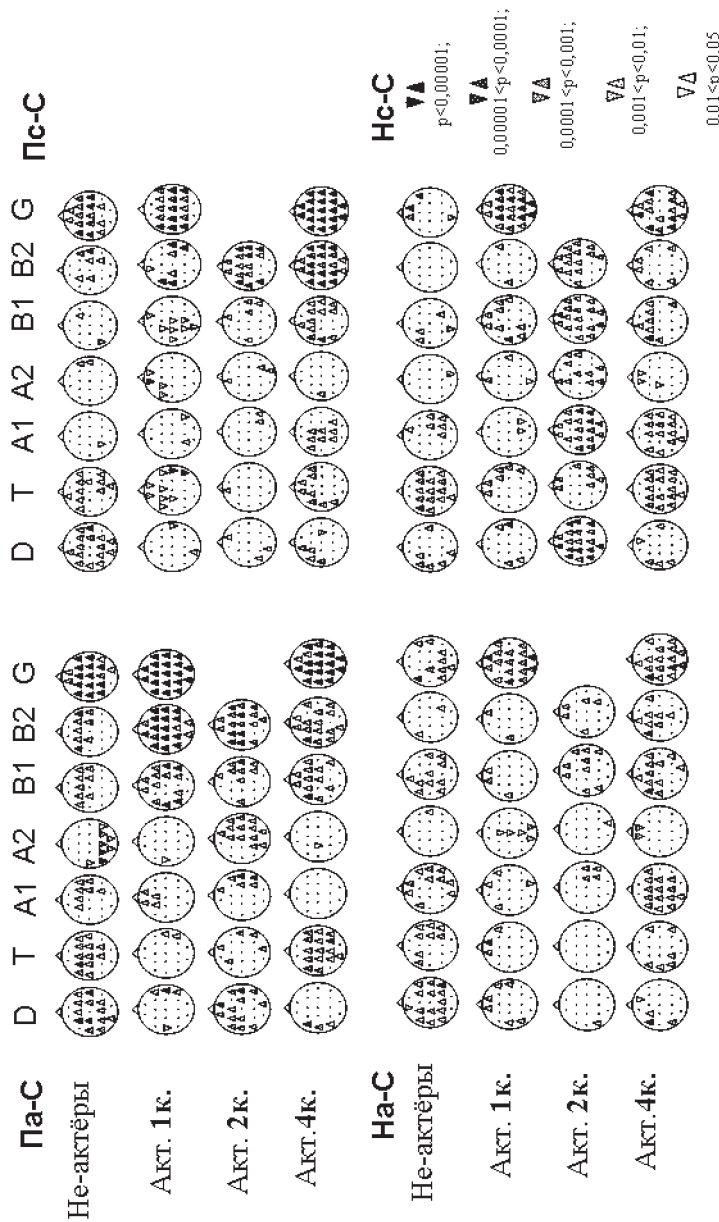
На рисунке 1 представлены достоверные различия мощности ЭЭГ в 7 частотных диапазонах, полученные при сравнении состояния, индуцированного переживанием эмоционально положительных и эмоционально отрицательных личных воспоминаний, с референтным состоянием внутреннего счета времени для 4-х групп испытуемых (в левой части рисунка). Можно констатировать, что во всех 4-х группах воспроизводится эффект увеличения мощности ЭЭГ в диапазонах бета-2 и бета-1 в отведениях лобной и центральной дуг. Такой же по характеру эффект проявляется в гамма-диапазоне в тех 3-х группах, где он был включен в рассмотрение. В этих группах именно в гамма-диапазоне указанные изменения проявились наиболее сильно. Следует отметить, что сравнение интенсивности проявлений в разных группах является достаточно условным ввиду не всегда одинакового и относительно небольшого числа испытуемых в них. Тем не менее, и в этих условиях можно видеть, что вариативность между группами проявляется, в первую очередь, в низкочастотных диапазонах альфа, тета, дельта. Можно отметить некоторую особенность, проявившуюся в диапазоне альфа-2, где у испытуемых-неактеров при эмоционально-положительных переживаниях имело место выраженное уменьшение мощности в задних отделах коры, при этом в других группах подобный эффект не проявлялся. Этот эффект не проявлялся и при эмоционально-отрицательных воспоминаниях.

Направленность и топографическая представленность эффектов в бета- и гамма-диапазонах сходны для обеих валентностей эмоций, однако интенсивность их проявлений во всех группах больше при эмоционально-положительных личных воспоминаниях, что подтверждается результатами непосредственного статистического сравнения, приведенными на рисунке 2.

Характеристики паттернов различий мощности ЭЭГ, которые были даны выше применительно к результатам в 4-х группах испытуемых по тестам с личными воспоминаниями, могут быть применены как основные и для результатов тестов на основе переживаний сценических ситуаций (рисунки 1 и 2 — правые части). Также воспроизводится увеличение мощности в бета-2 и гамма-диапазонах в эмоционально-окрашенных состояниях относительно референтного, сходным образом проявляется в данных диапазонах большая интенсивность этих различий при переходе в эмоционально-положительное состояние. Ситуация в низкочастотных диапазонах также более вариативна в разных группах.

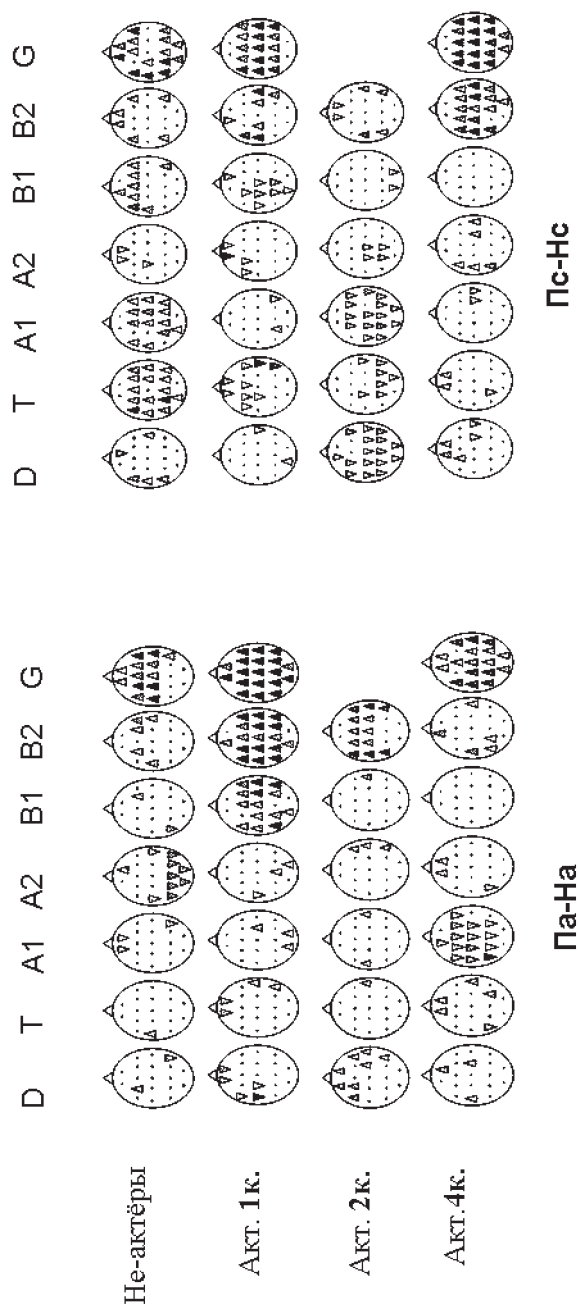
Непосредственное статистическое сравнение результатов использования двух видов внутренней индукции демонстрирует количественную разницу



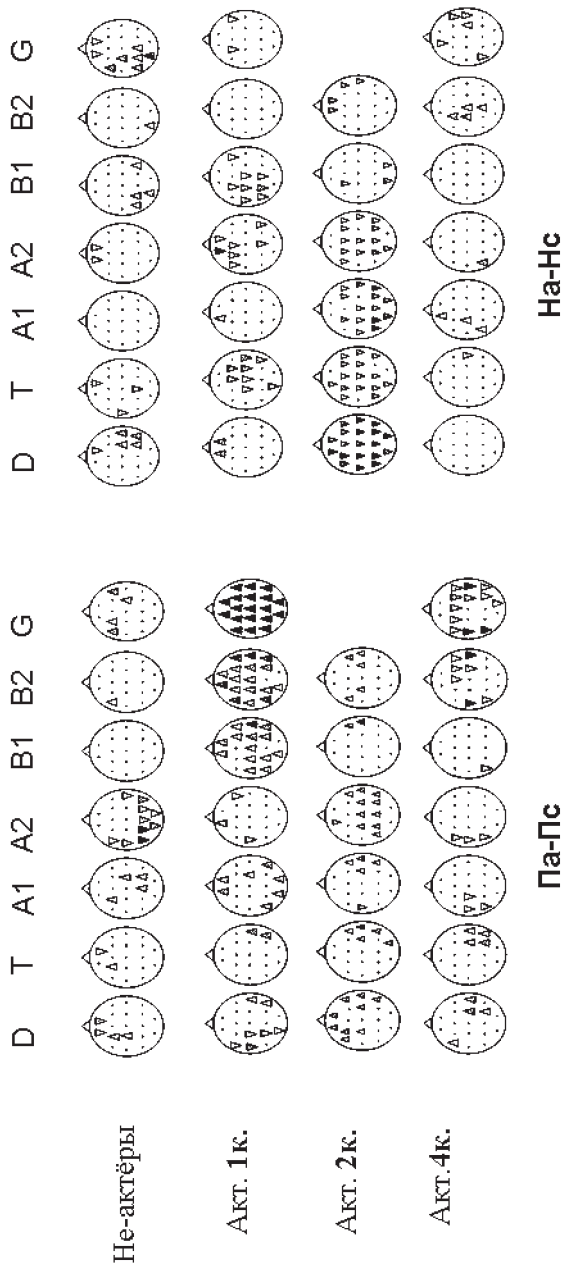


**Рис. 1.** Статистически достоверные различия локальной мощности ЭЭГ, полученные при сравнении состояний переживания при индукции положительных эмоций (личных воспоминаний Па — в верхней левой части рисунка, сценических Пс — в верхней правой) с референтным состоянием внутреннего счета времени (С) для разных групп испытуемых. Стрелка вверх на карте соответствующего отведения указывает на большее значение мощности в первом из сравниваемых состояний, стрелка вниз — на меньшее. Плотность заполнения стрелки соответствует достоверности различий. Оценка достоверности различий производилась по критерию Фишера





**Рис. 2.** Статистически достоверные различия локальной мощности ЭЭГ, полученные при сравнении состояний переживания положительных (личных — Па, сценических — Пс) и отрицательных эмоций (личных — На, сценических — Нс) у разных групп испытуемых.



**Рис. 3.** Статистически достоверные различия локальной мощности ЭЭГ, полученные при сравнении состояний: индукции положительных эмоций при переживании личных воспоминаний (Па) и сценических ситуаций (Пс) — в левой части рисунка; индукции отрицательных эмоций при переживании личных воспоминаний (На) и сценических ситуаций (Нс) — в правой части рисунка.

Оценка достоверности различий производилась по критерию Фишера.  
Остальные обозначения те же, что на рисунке 1

в динамике мощности ЭЭГ, которую трудно уловить при визуальном сравнении рисунков 1 и 2. Результаты такого сравнения представлены для 4-х групп на рисунке 3.

Это сравнение показывает, что в группе испытуемых-неактеров различия между результатами применения личных и сценических тестов выражены слабо и не позволяют сделать каких-либо конкретных заключений. Видна принципиальная разница в результатах групп студентов 1-го и 4-го курсов. Если у студентов 1-го курса мощность ЭЭГ в диапазонах гамма и бета-2 значимо больше в состоянии эмоционально-положительных личных воспоминаний, чем в состоянии эмоционально-положительных сценических воспоминаний, то у студентов 4-го курса те же показатели по результатам этого сравнения значимо меньше. Напомним, что по результатам сравнения с референтным состоянием эти показатели для обоих рассматриваемых состояний значимо увеличиваются. Можно увидеть и определенную тенденцию к сглаживанию различий между эмоционально отрицательными личными и сценическими переживаниями по рассматриваемым показателям. Если в группах 1-го и 2-го курсов эти различия заметно выражены, то в группе 4-го курса они очевидным образом сглажены.

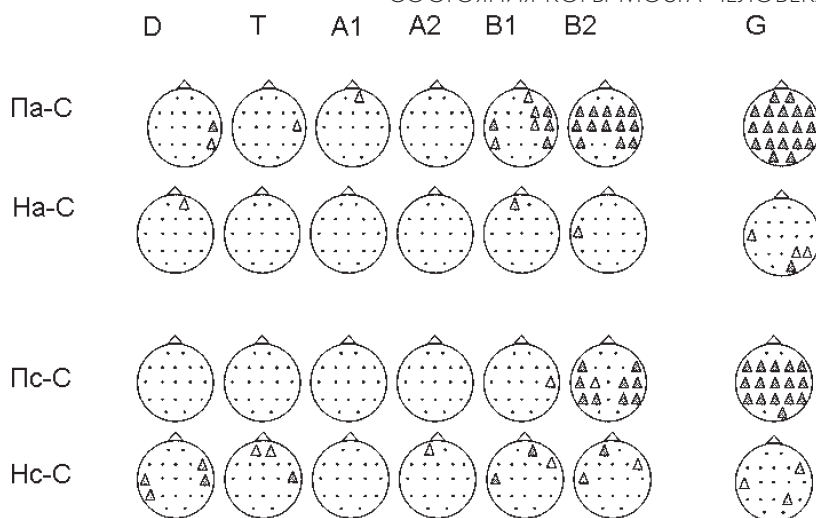
### **Анализ спектральных характеристик ЭЭГ в сводной группе испытуемых**

Проведенный анализ в группах показал, в частности, что динамика мощности ЭЭГ в группах студентов 1-го и 2-го курсов при внутренней индукции имеет достаточно общих черт, чтобы объединить их в одну группу. Такое объединение должно было за счет увеличения количества испытуемых увеличить статистическую достоверность анализа в тех частотных диапазонах, где динамика была менее интенсивной, чем в гамма-диапазоне, а также получить удовлетворительную статистическую достоверность при анализе когерентности ЭЭГ. Поскольку в группе испытуемых 2-го курса гамма-диапазон в свое время не был включен в рассмотрение, нижеприведенные результаты получены в 6-ти диапазонах от дельта до бета-2 на 42 испытуемых, и в гамма-диапазоне на 27 испытуемых.

Результаты анализа мощности ЭЭГ с применением оценки достоверности различий по критерию Тьюки приведены на рисунках 4 и 5.

Критерий Тьюки считается более консервативным, чем критерий Фишера, на основании использования которого получены результаты, представленные выше. Критерий же Фишера известен как более чувствительный. Если критерий Фишера минимизирует вероятность «пропуска цели», т.е. в нашем случае — ошибочного отклонения значимого различия, то критерий Тьюки минимизирует вероятность «ложной тревоги», в нашем случае — признания значимым случайного различия средних. Применение критерия Тьюки позволяет выделить наиболее существенные элементы среди множественных различий.

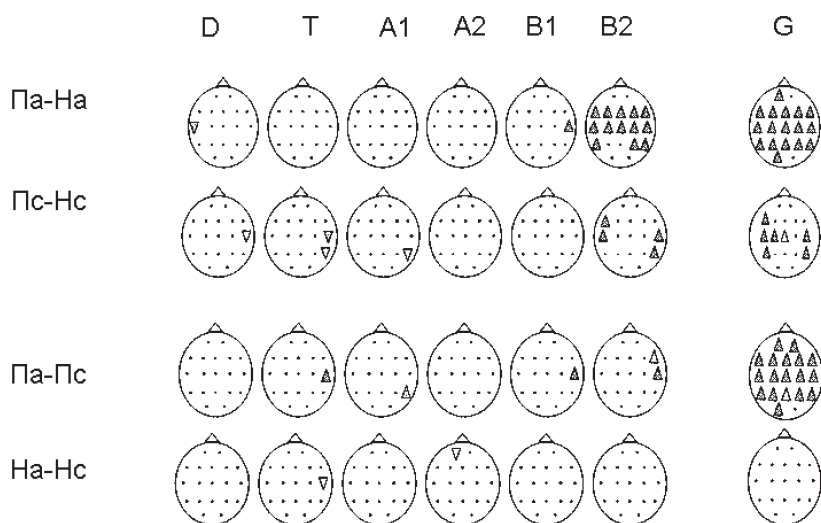
Действительно, на рисунках 4 и 5 мы более четко видим, что даже при улучшении разрешающей способности анализа бета-2 диапазона за счет увеличения количества испытуемых хорошо выраженные различия в гамма-диапазоне проявляются на большем пространстве коры, чем различия в диапазоне бета-2.



**Рис. 4.** Статистически достоверные различия локальной мощности ЭЭГ для сводной группы испытуемых при сравнении состояний переживания личных ситуаций при индукции положительных (Па) и отрицательных эмоций (Ha) с референтным состоянием внутреннего счета времени (C) — в верхней части рисунка; состояний переживания сценических ситуаций при индукции положительных (Ps) и отрицательных эмоций (Hс) с референтным состоянием внутреннего счета времени (C) — в нижней части рисунка.

Оценка достоверности различий производилась по критерию Тьюки.

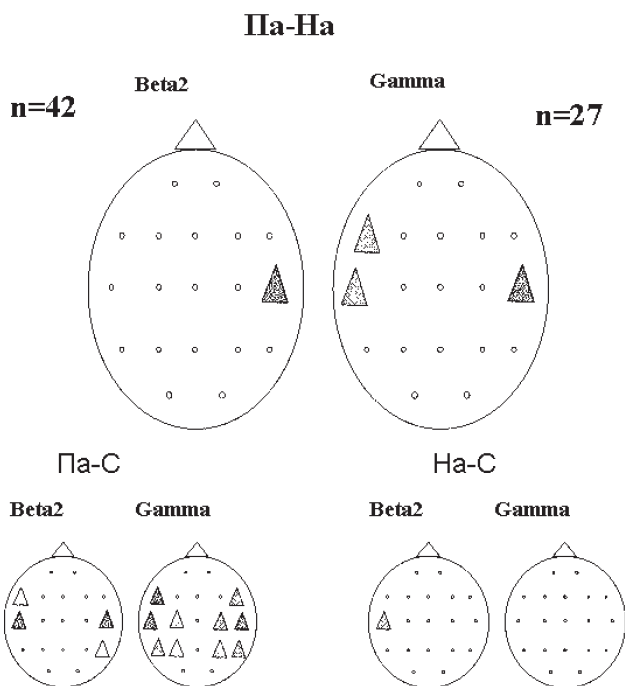
Остальные обозначения те же, что на рисунке 1



**Рис. 5.** Статистически достоверные различия локальной мощности ЭЭГ для сводной группы испытуемых при сравнении состояний: Па — индукция положительных эмоций при переживании личных воспоминаний; Ps — индукция положительных эмоций при переживании сценических ситуаций; Ha — индукция отрицательных эмоций при переживании личных воспоминаний; Hс — индукция отрицательных эмоций при переживании сценических ситуаций.

Оценка достоверности различий производилась по критерию Тьюки.

Остальные обозначения те же, что на рисунке 1



**Рис. 6.** Наиболее значимые различия локальной мощности ЭЭГ, полученные при сравнении состояний личных воспоминаний: Па — индукция положительных эмоций; На — индукция положительных эмоций при переживании личных воспоминаний; С — референтное состояние внутреннего счета времени. Оценка достоверности различий производилась по критерию Шеффе. Обозначения те же, что и на рисунке 1

Последние, в свою очередь, значительно превосходят по этой характеристике различия в диапазоне бета-1. Вместе с тем видно, что и при повышении порога констатации достоверных различий по результатам некоторых сравнений различия в диапазоне гамма занимают все или почти все пространство коры. Для выделения наиболее чувствительных к условиям исследований зон коры, тех, в которых искомые различия проявляются наиболее сильно, оценка достоверности была произведена также с применением наиболее консервативного критерия Шеффе. Результаты такой оценки приведены на рисунке 6.

На основании этих результатов мы можем заключить, что в наибольшей степени эффект внутренней индукции положительных эмоций проявляется в средневисочных зонах обоих полушарий.

### **Анализ когерентности ЭЭГ в сводной группе испытуемых**

В рассматриваемом материале влияние факторов состояния и зоны, а также их взаимодействий является высокодостоверным, в т.ч. с учетом поправки Гринхауза–Гайзера, во всех шести диапазонах для объединенной группы

(42 чел.) ( $p_{GG\text{ corr}} < 10^{-4}$ ) и в гамма-диапазоне для группы 27 чел. ( $p_{GG\text{ corr}} < 10^{-5}$ ). Это делает корректным применение постериорного анализа (post hoc analysis) различий когерентности ЭЭГ для отдельных пар зон. На основании применения критериев Фишера и Тьюки получены множественные достоверные различия средних значений когерентности. Некоторые общие характеристики полученных различий приведены в таблице 1.

Рассматривая базовые отличия между состояниями выполнения заданий на индукцию эмоций и референтным состоянием выполнения задания на внутренний счет времени, можно увидеть, что все состояния выполнения эмоциогенных заданий характеризуются наиболее интенсивными (по количеству значимых различий) и однонаправленными различиями в диапазонах гамма и бета-2. Однако количество и величина этих различий зависят от характера индукции (вы-

**Таблица 1**

Количество пар отведений (зон), в которых выявлены статистически значимые различия при использовании критериев Тьюки и Фишера (в процентах от общего рассматриваемого количества пар зон) и знаки\* этих различий

Контраст	Критерий	Gamma	Beta-2	Beta-1	Alpha-2	Alpha-1	Theta	Delta
Па-С	Тьюки	+ 82	+ 64	+ 23	+ 3	+ 1	+ 5	нет
	Фишера	+ 97	+ 90	+ 65	+ 41	+ 26	+ 20	+ 23
Пс-С	Тьюки	+ 54	+ 11	нет	– 2	нет	нет	<1
	Фишера	+ 94	+ 70	+ 15	– 17	– 24	–/+ 20	– 9
На-С	Тьюки	+ 9	нет	+ 1	<1	нет	<1	нет
	Фишера	+ 73	+ 36	+/- 17	+/- 10	+/- 15	+/- 15	+/- 10
Нс-С	Тьюки	+ 36	+ 2	+ 2	<1	<1	+ 1	нет
	Фишера	+ 84	+ 42	+ 38	+/- 20	+/- 14	+ 24	+/- 8
Па-На	Тьюки	+ 63	+ 46	+ 7	+ 3	<1	+ 1	+ 1
	Фишера	+ 92	+ 83	+ 59	+ 28	+ 20	+/- 21	+/- 18
Пс-Нс	Тьюки	+/- 1	<1	– 2	<1	<1	– 2	нет
	Фишера	+/- 43	+/- 34	– 30	– 28	– 11	– 37	– 20
Па-Пс	Тьюки	+ 20	+ 27	+ 19	+ 10	+ 3	+ 4	+ 2
	Фишера	+ 76	+ 73	+ 65	+ 53	+ 40	+ 34	+ 32
На-Нс	Тьюки	– 2	<1	– 1	нет	<1	нет	нет
	Фишера	– 25	–/+ 12	– 17	–/+ 14	+/- 14	–/+ 23	–/+ 9

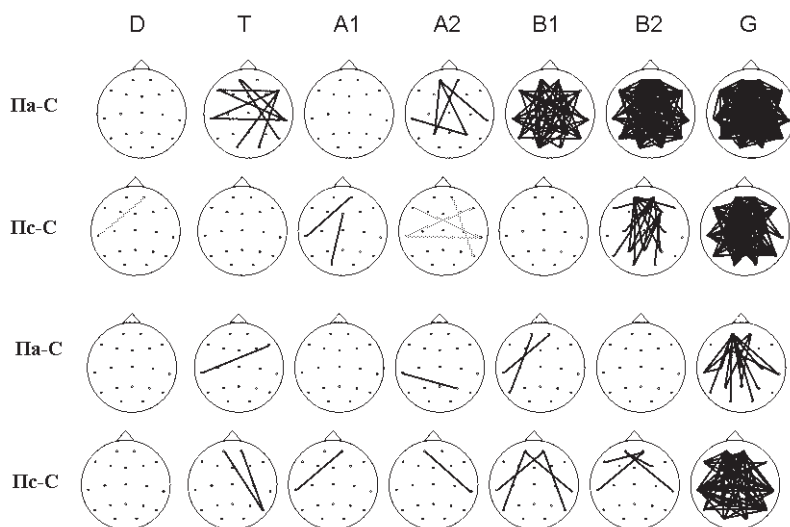
\* если знак различий, полученных при сравнении, одинаков, то ставится соответствующий знак; двойной знак ставится при различиях обеих полярностей, при этом первым идет знак чаще встречающихся различий.

Па — состояние индукции эмоционально положительными личными воспоминаниями; На — состояние индукции эмоционально отрицательными личными воспоминаниями; Пс — состояние индукции эмоционально-положительными сценическими переживаниями; Нс — состояние индукции эмоционально-отрицательными сценическими переживаниями; С — референтное состояние счета.

полняемого задания) в достаточно большой степени, что приводит к появлению значимых различий при сравнении когерентности ЭЭГ в этих состояниях.

Из рисунка 7 и данных, представленных в таблице 1, видно, что наиболее сильно возрастает когерентность при переходе в состояние Па. Это хорошо заметно, в частности, при сравнении Па–На и Па–Пс (рисунок 8).

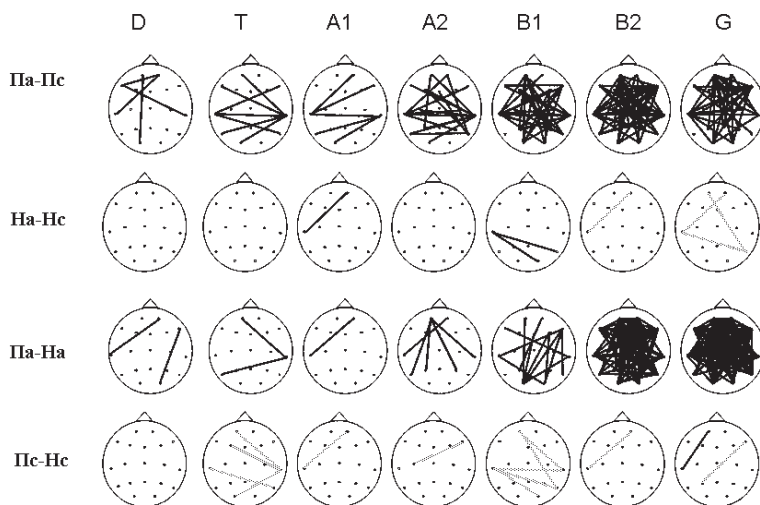
Здесь значимые различия имеют множественный характер, проявляясь более чем в 70% общего количества рассматриваемых пар отведений (при использовании критерия Фишера). Результаты сравнения однозначно говорят о достоверном и сильном влиянии как фактора валентности эмоций, так и личностного фактора на состояние конвекситальной коры, отражаемое в характеристиках пространственной синхронизации ЭЭГ. В то же время следует отметить, что действие личностного фактора проявляется различным образом в зависимости от валентности эмоций. Если при индукции положительных эмоций активация коры при переживании личных ситуаций больше, чем при переживании сценических (этюдных) ситуаций, то при индукции отрицательных эмоций соотношение активации обратное (в диапазоне G) или неоднозначное (в диапазоне B2), как это видно при сравнении На–Нс.



**Рис. 7.** Статистически достоверные различия когерентности ЭЭГ, полученные при сравнении состояний: Па — индукция положительных эмоций при переживании личных воспоминаний; Пс — индукция положительных эмоций при переживании сценических ситуаций; На — индукция положительных эмоций при переживании личных воспоминаний; Нс — индукция положительных эмоций при переживании сценических ситуаций; С — референтное состояние внутреннего счета времени.

Черные линии — большие значения когерентности в первом из сравниваемых состояний, штриховые — меньшие. На рисунке отображены различия с показателем достоверности  $p < 0,05$ . Оценка достоверности различий производилась по критерию Тьюки





**Рис. 8.** Статистически достоверные различия когерентности ЭЭГ, полученные при сравнении состояний: Па — индукция положительных эмоций при переживании личных воспоминаний; Пс — индукция положительных эмоций при переживании сценических ситуаций; На — индукция отрицательных эмоций при переживании личных воспоминаний; Нс — индукция отрицательных эмоций при переживании сценических ситуаций.

Обозначения те же, что на рисунке 7

В других диапазонах (B1, A2, A1, T, D) картина не столь яркая и однозначная, что, по-видимому, связано в первую очередь с меньшей выраженностью эффектов выполнения эмоциогенных заданий по сравнению с референтным состоянием счета в этих диапазонах. Тем не менее, видно, что различия когерентности сохраняют свою направленность при сравнении Па–Пс во всех частотных диапазонах и при сравнении Па–На, по крайней мере, в диапазонах B1, A2, A1. Интересно отметить, что в диапазонах A2, A1, D выполнение задания Пс приводит к однозначному уменьшению когерентности (сравнение Пс–С). Однако для того, чтобы уверенно говорить о такой особенности этого вида индукции, по-видимому, желательно иметь материалы по большему числу испытуемых, поскольку этот эффект на данном контингенте проявляется только при использовании наиболее чувствительного критерия Фишера.

#### 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты проведенных исследований с применением одинаковых методов на нескольких группах испытуемых прежде всего продемонстрировали преимущества такой организации исследований. Результаты, получаемые на одной группе испытуемых посредством чувствительных критериев статистической достоверности, недостаточно надежны, даже если наблюдаемые разли-

чия отвечают указанным критериям. Особенно осторожно следует относиться к результатам, оценка достоверности которых близка к пороговой. Поэтому, в особенности при применении чувствительных критериев и множественных достоверных результатах, желательно указывать оценки степени достоверности каждого из этих результатов хотя бы с точностью до порядка величины соответствующей вероятности. Вместе с тем, сказанное не означает, что не воспроизводимые на других группах результаты обязательно обусловлены только «сверхчувствительностью» использованного критерия и являются ложными обнаружениями. Такие вариации могут оказаться обусловленными действием неконтролируемых факторов в рамках данного исследования и, соответственно, стать предметом дальнейшего анализа и поиска. С другой стороны, применение консервативных критериев достоверности уже на первом этапе исследований при применении новой методики и ограниченном числе испытуемых может привести к дезориентирующим выводам либо об отсутствии искомых различий, либо о сугубо локальном характере исследуемых эффектов.

Проведенный нами сравнительный анализ показал воспроизводимость и устойчивость основных закономерностей изменения мощности ЭЭГ, прежде всего, в частотных диапазонах гамма и бета-2, при изменении состояний КГМ под влиянием внутренней эмоциональной индукции тестами личных воспоминаний и переживаний сценической ситуации. Эти закономерности, выражающиеся в увеличении указанных параметров на больших пространствах КГМ при переходе в эмоционально-окрашенные состояния, были обнаружены во всех группах испытуемых. Воспроизводимость основных характеристик динамики мощности ЭЭГ также дала основания к объединению тех или иных групп испытуемых для проведения совместного статистического анализа с целью детализации паттернов статистически достоверной динамики рассматриваемых параметров ЭЭГ.

В свою очередь, объединение на этом основании испытуемых в сводную группу большей численности и применение более консервативных статистических критериев оценки достоверности позволило убедительно подтвердить наибольшую и устойчивую вовлеченность в реализацию эмоционально окрашенных состояний процессов, отражаемых динамикой параметров ЭЭГ в гамма- и бета-2 диапазонах. На новом уровне статистической значимости подтвердился и факт изменения состояний больших территорий конвекситальной коры при эмоционально различных состояниях. Вместе с тем показано, что различие по степени вовлеченности в реализацию таких состояний соседствующих зон поверхности коры статистически достоверно и что наибольшей степенью вовлеченности характеризуются средневисочные зоны обоих полушарий.

Рассматривая выраженность реакций в различных частотных диапазонах, можно отметить, что на более ранних этапах исследования локальных электроэнцефалографических коррелятов эмоциональных процессов внимание исследователей было направлено, главным образом, на альфа-диапазон ЭЭГ (Сидорова и др., 1991; Костюнина, Куликов, 1995; Davidson, Fox, 1982; Стрелец, 1997; и др.). Позднее, в работе М.Н. Русаловой и М.Б. Костюниной (Русалова, Костюнина, 1999), было показано, что при эмоциональном переживании воображаемых ситуаций студентами-актерами может иметь место хорошо выраженная реакция в других частотных диапазонах. Так, было обнаружено

достоверное увеличение мощности по отношению к фону (спокойному состоянию с закрытыми глазами) в ситуации «горе» для дельта-диапазона ЭЭГ во всех 14 использованных отведениях, для тета-диапазона в 8 отведениях (остальные отведения дали также увеличение мощности, хотя и незначимое), для бета-2-диапазона в ситуации «радость» во всех отведениях и в ситуации «гнев» в 13 из 14 отведений.

В наших исследованиях динамика в альфа-диапазонах ЭЭГ проявлялась, но без сколько-нибудь четких тенденций и с достоверностью, не намного превышающей принятый пороговый уровень. В сводной группе и при применении более строгого критерия достоверности различий значимой динамики в альфа-диапазонах не обнаруживается. Не отрицая возможности отражения в этих диапазонах воздействия эмоционального фактора при других методах эмоциональной индукции (например, при внешней стимуляции эмоциогенными видеоматериалами (Афтанас, 2000; Aftanas, Golosheikine, 2001)), можно отметить, что альфа-активность не проявила себя чувствительным устойчивым индикатором эмоционально окрашенных состояний КГМ при внутренней индукции.

Аналогичной представляется и ситуация в дельта- и тета-диапазонах. Динамика мощности ЭЭГ в этих диапазонах, хотя и проявляется по результатам отдельных сравнений заметным образом (при применении наиболее чувствительного критерия достоверности различий), но при относительно слабой достоверности различий и отсутствии межгрупповой воспроизводимости.

В то же время, пространственно генерализованная динамика активности в диапазоне бета-2, отмеченная для базовых эмоций «радость» и «гнев» в упомянутой работе (Русалова, Костюнина, 1999), подтвердилась в воспроизводимых результатах наших исследований. Еще более выраженный эффект эмоциональной индукции наблюдается в гамма-диапазоне. Важным представляется то обстоятельство, что в этих диапазонах наблюдается высокодостоверная и пространственно обширная динамика как мощности, так и когерентности ЭЭГ.

Такер и Доусон (Tucker, Dawson, 1984), исследуя ЭЭГ актеров, внутренне переживавших собственный эмоционально положительный сексуальный опыт и состояние депрессии, обнаружили статистически значимые различия когерентности ЭЭГ в частотных диапазонах тета, бета-1 и бета-2, при этом положительным эмоциям соответствовали более высокие значения когерентности, что по направленности эффекта сходно с полученными нами результатами. В работе М.Б. Костюниной (Костюнина, 1996) для оценки пространственной синхронизации ЭЭГ при мысленном воспроизведении испытуемыми личных эмоционально значимых ситуаций использовались коэффициенты кросс-корреляции суммарной ЭЭГ, без деления на частотные диапазоны. Вывод автора об участии височных и лобных областей коры в исследуемых процессах находит подтверждение в наших данных в качестве фрагмента сложной общей картины.

Самой существенной характеристикой этой картины следует, по-видимому, считать обусловленную индукцией эмоций значимую динамику как мощности, так и когерентности ЭЭГ в гамма- и бета-2-диапазонах, хорошо выраженную практически на всей поверхности КГМ. Личностный фактор (автобиографические воспоминания или переживание заданных ситуаций) оказывает статистически значимое влияние на динамику параметров ЭЭГ, которое, однако, прояв-

ляется преимущественно в выраженности эффектов, не меняя таких основных их характеристик, как направленность, топография и частотные диапазоны выявленных изменений\*. Это дает нам основание в дальнейшем рассматривать характеристики внутренней индукции эмоций как целостной категории.

Ранее в психофизиологии установилось мнение, что общекорковый характер активации свидетельствует о так называемой «неспецифической активации», или активации по типу «arousal», меняющей возбудимость КГМ в целом, тогда как интерес для исследований мыслительной деятельности представляют только пространственно локальные активации (Хомская, 1976; Данилова, 2004). Такая точка зрения кажется нам достаточно условной, базирующейся на выдвинутых в свое время Шеррингтоном представлениях о мозговых центрах той или иной деятельности и не учитывающей в должной мере современных представлений о сетевом характере реальной динамики функциональных систем мозга (Mesuslam, 1998; Varela et al., 2001; Sporns et al., 2004; Schnitzler, Gross, 2005).

В частности, наши исследования показали, что множественные статистически достоверные различия обнаруживаются как при сравнении параметров ЭЭГ в эмоционально окрашенных состояниях и в референтном состоянии, так и при сравнении эмоционально положительных и эмоционально отрицательных состояний. Как было установлено путем предварительной оценки динамики вегетативных показателей (ЧСС и ГПП), если между референтным состоянием счета времени и эмоциональными состояниями есть достоверные различия по этим показателям, то изменение валентности эмоций не приводит к появлению значимых различий. Следует также учесть, что самооценки возбуждения и «заполненности» состоянием практически не различались для разных состояний. Можно также упомянуть, что в исследованиях динамики ЭЭГ при экспериментальной внешней индукции эмоций (Афтанас, 2000) выявленные значимые различия мощности и когерентности ЭЭГ, обусловленные валентностью эмоций, также были пространственно множественно представлены в КГМ. Аналогичные в рассматриваемом аспекте результаты были получены также в нашем исследовании с применением теста на вербальное креативное мышление с сопутствующей эмоциональной индукцией (Шемякина, Данько, 2004). Все это дает основание считать, что, по крайней мере, при сравнении эмоционально положительных и эмоционально отрицательных состояний, внеэмоциональный фактор «arousal» в его первоначальном значении «пробуждение» не должен оказывать существенного влияния на результаты. Следует оговорить, что это мнение не означает априорного отрицания возможного и значительного участия процессов в ретикулярной формации в реализации эмоциональных состояний.

То, что при увеличении исследуемого пространства коры и повышении чувствительности исследования эмоционально окрашенные состояния характеризуются статистически значимыми изменениями ЭЭГ во многих областях

---

\* Данные, полученные при сопоставлении соответствующих результатов у студентов 4-го и младших курсов, могут также свидетельствовать о влиянии обучения актерскому мастерству на характер проявления личностного фактора и говорят в пользу дальнейших исследований воспроизводимости этого феномена.

коры, сближает результаты исследований ЭЭГ с результатами исследований по мета-анализу влияния эмоций на локальный мозговой кровоток (лМК), в которых не было выявлено сколько-нибудь выраженных пространственных концентраций активаций кровотока, связываемых с эмоциями (Phan et al., 2002; Murphy et al., 2003). Например, частота проявления значимого возрастания лМК в той или иной конкретной области, превышала 50% (и ненамного) от общего числа публикаций по соответствующему аспекту проблемы лишь в редких случаях (по базовым эмоциям — в 10 из 100 сочетаний, по индукции — в 3 из 60, по когнитивной нагрузке — в 1 из 40) (Phan et al., 2002). Также и результаты некоторых частных исследований лМК, в которых использовалась индукция эмоций на основе личных воспоминаний (George et al., 1995; Damasio et al., 2000), свидетельствовали об одновременных изменениях лМК в различных областях коры — фронтальной, височной, сенсомоторной, теменной, затылочной.

Все эти факты позволяют, по нашему мнению, рассматривать полученные результаты как свидетельства системного общекоркового характера мозговых механизмов реализации эмоционально окрашенных состояний (во всяком случае, в фазе выраженного субъективно переживаемого эмоционального состояния), осуществления перестроек операциональной архитектуры функциональных систем (Анохин, 1980) в новое временно устойчивое состояние в условиях действия выраженного эмоциогенного фактора. Широкая представленность этих перестроек в пространстве мозга, в свою очередь, может быть рассмотрена как аргумент в пользу представлений системной психофизиологии об эмоциях как феноменах, имеющих филогенетически древние дихотомически дифференцируемые уровни в основании своей иерархии (Alexandrov, Sams, 2005), и о том, что поведение (в широком смысле) осуществляется при одновременной реализации «старых» и «новых» функциональных систем (Александров, 2003). С этой точки зрения мозговые механизмы древних компонент положительных и отрицательных эмоций должны базироваться на стволовых структурах мозга, процессы в которых, как известно, могут оказывать самое существенное влияние на состояние КГМ, отражаемое, в частности, в характеристиках ЭЭГ.

При рассмотрении динамики локальной и пространственной синхронизации ЭЭГ в условиях индукции эмоционально окрашенных состояний мы старались максимально учитывать принципиальное положение о том, что исследование эмоций человека обязательно происходит в условиях той или иной доминирующей когнитивной деятельности — задания. Вследствие этого можно предполагать существование как когнитивно-неспецифических (обусловленных эмоцией вне зависимости от характера заданной деятельности), так и когнитивно-специфических (проявляющихся в условиях именно данной деятельности) эмоциональных эффектов. Эмоциональный компонент соответствующего функционального состояния также может обнаруживаться как в деятельности мозговых систем, которые не проявляют себя в отсутствие выраженного эмоционального компонента (аддитивные эмоциональные эффекты), так и в изменениях характеристик деятельности систем, свойственных состоянию доминирующей деятельности вне зависимости от выраженности эмоционального компонента (мультипликативные или модулирующие эмоциональные эффекты). Это положение подтверждается тем, что в исследованиях

динамики локального мозгового кровотока при когнитивной деятельности с контролируемой сопутствующей эмоциональной индукцией выявлены зоны активации/деактивации ЛМК, процессы в которых можно рассматривать как проявления и аддитивных, и мультипликативных эмоциональных эффектов (Gray et al., 2002; Perlstein et al., 2002; Keightley et al., 2003).

Основной когнитивный процесс в нашем исследовании — это извлечение информации из долговременной эпизодической (Tulving, 2002) памяти с соответствующим направлением внимания субъекта вовнутрь, в наиболее чистом виде представленный в «личном» тесте. В «сценическом» тесте доминирующую роль могут играть процессы воображения, реализующиеся также с участием эпизодической памяти. Общим для обоих тестов можно считать то, что внимание субъекта направлено вовнутрь, а не на внешние объекты. Полученные непосредственно в этих исследованиях результаты не позволяют, на наш взгляд, определить, какой эффект — аддитивный или мультипликативный — имеет место. Действительно, мы наблюдаем однонаправленные изменения в параметрах ЭЭГ при переходе от референтного состояния к эмоциональным состояниям обеих валентностей. Изменения этих параметров той же направленности имеют место и при переходе от эмоционально-отрицательного состояния к эмоционально-положительному. Само по себе возрастание мощности и когерентности в диапазонах гамма и бета-2 не может быть определено как аддитивный эмоциональный эффект, хотя известны работы, в которых на бета-активность прямо указывается как на коррелят эмоциональных процессов (без разделения на поддиапазоны) (Русалова, 1983; Cole, Ray, 1985; Crawford et al., 1996). С другой стороны, высокочастотные процессы в гамма-диапазоне проявили себя как чувствительный индикатор самых разнообразных различий в условиях исследований мозга человека и животных (см. обзор: Сорокина и др., 2006). В частности, в ряде работ (Tallon-Baudry et al., 1998; Lutzenberger et al., 2002; Kaiser, Lutzenberger, 2003; Fitzgibbon et al., 2004; Herrmann et al., 2004; Babiloni et al., 2004) достоверная динамика ЭЭГ и МЭГ в гамма-диапазоне связывалась с различными аспектами функционирования памяти. В наших исследованиях состояний КГМ при вербальном обучении (Данько и др., 2005а,б) было выявлено увеличение мощности ЭЭГ в гамма-диапазоне на всей поверхности коры и в бета-2-диапазоне в височных зонах билатерально, а также множественное увеличение когерентности ЭЭГ в этих диапазонах при переходе от состояния запоминания к состоянию извлечения заученных слов из памяти. Поэтому полученная динамика параметров ЭЭГ может быть гипотетически объяснена и фасилитирующим действием положительных эмоций на процессы памяти, и наложением вызванных эмоциями (обеих валентностей или только положительных) перестроек гамма и бета-2 активности на перестройки активности этих же частотных диапазонов, но обусловленных когнитивными процессами. К сожалению, мы не смогли использовать в качестве контрольного задания переживание вызываемой из долговременной памяти эмоционально нейтральной ситуации ввиду известных свойств эпизодической памяти. Однако эмоционально нейтральная ситуация при полностью эквивалентных когнитивных характеристиках деятельности имела место в уже упоминавшейся другой нашей работе (Шемякина, Данько, 2004). В этой



работе тестирование было построено таким образом, что испытуемые выполняли однотипные вербальные задания, но либо с индукцией эмоционального состояния той или иной валентности, либо без нее. В этом случае было четко показано, что внутренняя индукция положительных эмоций сопровождается пространственно распространенными увеличениями мощности и когерентности ЭЭГ в бета-2 диапазоне (гамма-диапазон не рассматривался), а индукция отрицательных эмоций — пространственно распространенным уменьшением мощности в этом диапазоне. Это дает основание предполагать, что и в данном исследовании мы видим результат именно наложения разнонаправленных перестроек ЭЭГ в диапазонах гамма- и бета-2-активности, вызванных эмоциями различных валентностей.

Заключая таким образом, что влияние эмоций на состояние КГМ, отражаемое в характеристиках ЭЭГ, носит аддитивный характер, все же нельзя утверждать, что наблюдаемые эмоциональные эффекты носят когнитивно-неспецифический характер. Здесь весьма весомым представляется тот факт, что в уже упоминавшемся большом исследовании (Афтанас, 2000) знак различий мощности ЭЭГ диапазона бета, выявленных при сравнении эмоционально окрашенных и нейтральных состояний, противоположен полученному в нашем исследовании. Это может означать, что самая существенная характеристика эффекта зависит от вида индукции эмоций и соответствующих когнитивных (?) процессов. Несомненно, требуется дальнейшая разработка этой принципиально важной для понимания мозговых механизмов эмоций проблемы с прямым сопоставлением результатов внутренней и внешней индукции в рамках единого исследования.

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные нами исследования с применением одинаковых методик на нескольких группах испытуемых позволили выявить воспроизводимые и высокодостоверные изменения состояний КГМ при внутренней индукции эмоций. Показано, что перестройка состояний функциональных систем мозга в экспериментальной ситуации характеризуется пространственно генерализованной динамикой как локальной, так и пространственной синхронизации ЭЭГ в частотных диапазонах гамма и бета-2. Эти изменения, ввиду их генерализованного в пространстве КГМ характера, по-видимому, отражают, в первую очередь, регуляторную функцию эмоций и могут, по нашему мнению, рассматриваться как свидетельства системного общекоркового характера мозговых механизмов реализации эмоциональных (эмоционально окрашенных) состояний в фазе выраженного субъективно переживаемого эмоционального состояния, обусловленного эмоциогенными памятью или воображением.

Личностный фактор (автобиографические или воображаемые обстоятельства, доминирование памяти или воображения) оказывает статистически значимое влияние на динамику ЭЭГ при внутренней индукции эмоций, однако это влияние носит количественный характер, не ведет к изменению основных качественных характеристик эффектов внутренней индукции эмоций.



Полученные результаты и их сопоставление с результатами других электрофизиологических исследований эмоций и памяти указывают на то, что наблюдаемая динамика ЭЭГ носит преимущественно аддитивный характер по отношению к динамике основного когнитивного процесса. Вместе с тем, эта динамика проявляется как когнитивно-специфическая, так как характер ее проявления обусловлен, по-видимому, в первую очередь, интероцептивной направленностью внимания при внутренней индукции эмоций. Поэтому прямое экспериментальное сопоставление вероятных качественных различий между эффектами внутренней и внешней индукции эмоций представляется актуальным и перспективным направлением последующих исследований влияния эмоций на состояния КГМ.

## ЛИТЕРАТУРА

- Александров Ю.И.* Системная психофизиология // *Психофизиология: Учебник для вузов.* 2-е изд., доп. и перераб. / Под ред. Ю.И. Александрова. СПб.: Питер, 2003.
- Анохин П.К.* Узловые вопросы теории функциональных систем. М.: Наука, 1980.
- Афтанас Л.И.* Эмоциональное пространство человека: психофизиологический анализ. Новосибирск: Изд-во СО РАМН, 2000.
- Векслер Л.М.* Психика и реальность: Единая теория психических процессов. М.: Смысл; Ретсе, 2000.
- Данилова Н.Н.* Психофизиология: Учебник для вузов. М.: Аспект Пресс, 2004.
- Данько С.Г., Бехтерева Н.П., Качалова Л.М., Шемякина Н.В., Старченко М.Г.* Электроэнцефалографические корреляты состояний мозга при вербальном обучении. Сообщение 1. Характеристики локальной синхронизации ЭЭГ // *Физиология человека.* 2005. Т. 31. № 5. С. 1.
- Данько С.Г., Бехтерева Н.П., Антонова Л.В., Шемякина Н.В.* Влияние личного компонента на электроэнцефалографические корреляты индуцированных эмоциональных состояний // *Физиология человека.* 2004. Т. 30. № 6. С. 53.
- Данько С.Г., Бехтерева Н.П., Качалова Л.М., Шемякина Н.В., Старченко М.Г.* Электроэнцефалографические корреляты состояний мозга при вербальном обучении. Сообщение 2. Характеристики пространственной синхронизации ЭЭГ // *Физиология человека.* 2005. Т. 31. № 6. С. 5.
- Данько С.Г., Бехтерева Н.П., Шемякина Н.В., Антонова Л.В.* Электроэнцефалографические корреляты мысленного проживания эмоциональных личных и сценических ситуаций. Сообщение 1. Характеристики локальной синхронизации // *Физиология человека.* 2003а. Т. 29. № 3. С. 5.
- Данько С.Г., Бехтерева Н.П., Шемякина Н.В., Антонова Л.В.* Электроэнцефалографические корреляты мысленного проживания эмоциональных личных и сценических ситуаций. Сообщение 2. Характеристики пространственной синхронизации // *Физиология человека.* 2003б. Т. 29. № 6. С. 1.
- Данько С.Г., Каминский Ю.Л.* Полиэлектронейрограф — модульная усилительная система для комплексного исследования биоэлектрической активности мозга // *Физиол. журн. СССР.* 1984. Т. 70. № 7. С. 1061.
- Изард К.Э.* Психология эмоций / Пер. с англ. СПб.: Питер, 2000.
- Ильин Е.П.* Эмоции и чувства. СПб.: Питер, 2001.
- Костюнина М.Б.* Коэффициенты кросскорреляции корковых биопотенциалов и вегетативных показателей при мысленном воспроизведении эмоциональных состояний у человека // *Журн. высш. нервн. деят.* 1996. Т. 46. № 3. С. 600.

- Костюнина М.Б., Куликов М.А. Частотные характеристики спектров ЭЭГ при эмоциях // Журн. высш. нервн. деят. 1995. Т. 45. № 3. С. 453.
- Русалова М.Н. Роль эмоций в регуляции уровня бодрствования. М.: Ин-т ВНД и НФ АН СССР, 1983. Дисс. ... докт. биол. наук.
- Русалова М.Н., Костюнина М.Б. Частотно-амплитудные характеристики левого и правого полушарий при мысленном воспроизведении эмоционально окрашенных образов // Физиология человека. 1999. Т. 25. № 5. С. 50.
- Сидорова О.А., Костюнина М.Б., Куликов М.А. Электроэнцефалографические и вегетативные корреляты мысленного воспроизведения эмоциональных состояний // Журн. высш. нервн. деят. 1991. Т. 41. № 5. С. 891.
- Сорокина Н.Д., Селицкий Г.В., Косицин Н.С. Нейробиологические исследования биоэлектрической активности мозга в диапазоне гамма-ритма у человека // Успехи физиологических наук. 2006. Т. 37. № 3. С. 3.
- Стрелец В.Б. Картирование биопотенциалов мозга при эмоциональной и когнитивной патологии // Журн. высш. нервн. деят. 1997. Т. 47. № 2. С. 226.
- Хомская Е.Д. Общие и локальные изменения биоэлектрической активности мозга во время психической деятельности // Физиология человека. 1976. Т. 2. № 3. С. 372.
- Шемякина Н.В., Данько С.Г. Влияния эмоциональной окраски воспринимаемого сигнала на электроэнцефалографические корреляты творческой деятельности // Физиология человека. 2004. Т. 30. № 2. С. 22–29.
- Aftanas L.I., Golosheikine S.A. Human anterior and frontal midline theta and lower alpha reflect emotionally positive state and internalized attention: high-resolution EEG investigation of meditation // *Neurosci. Lett.* 2001. V. 310. № 1. P. 57.
- Alexandrov Y.I., Sams M.E. Emotion and consciousness: ends of a continuum // *Brain. Res. Cogn. Brain. Res.* 2005. Oct., 25(2). P. 387–405.
- Babiloni C., Babiloni F., Carducci F., Cappa S., Cincotti F., Del Percio C., Miniussi C., Moretti D.V., Pasqualetti P., Rossi S., Sosta K., Rossini P.M. Human cortical EEG rhythms during long-term episodic memory task. A high-resolution EEG study of the HERA model // *Neuroimage*. 2004. Apr., 21(4). P. 1576–8154.
- Bradley M.M., Lang P.J. Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential // *J. Behav. Ther. & Exp. Psychiat.* 1994. V. 25. № 1. P. 49.
- Cole H.W., Ray W.J. EEG correlates of emotional tasks related to attentional demands // *Int. J. Psychophysiol.* 1985. V. 3. № 1. P. 33.
- Crawford H.J., Clarke S.W., Kitner-Triolo M. Self-generated happy and sad emotions in low and highly hypnotizable persons during waking and hypnosis: laterality and regional EEG activity differences // *Int. J. Psychophysiol.* 1996. Dec. 24(3). P. 239.
- Damasio A.R., Grabowski T.J., Bechara A. et al. Subcortical and cortical brain activity during the feeling of self-generated emotions // *Nat. Neurosci.* 2000. V. 3. № 10. P. 1049.
- Danko S.G., Bechtereva N.P., Shemyakina N.V., Antonova L.V., Lokiev V.V., Berezin V.V. Effects of differently induced emotions on human cortex states // *Book of Abstracts. International C.I.A.N.S conference. Bratislava, Slovakia, 2005.* P. 33.
- Danko S.G., Bechtereva N.P., Shemyakina N.V., Antonova L.V. EEG correlates of emotional states internally induced on the bases of autobiographical and scenic recalls // *NeuroImage*. 2003. 19(2). Supl. 1. P. 39.
- Davidson R.J., Fox N.A. Asymmetrical brain activity discriminates between positive and negative affective stimuli in human infants // *Science*. 1982. V. 218. № 4578. P. 1235.
- De Pascalis V., Marucci F.S., Penna P.M., Pessa E. Hemispheric activity of 40 Hz EEG during recall of emotional events: differences between low and high hypnotizables // *Int. J. Psychophysiol.* 1987. Oct. 5(3). P. 167.
- Fitzgibbon S.P., Pope K.J., Mackenzie L., Clark C.R., Willoughby J.O. Cognitive tasks augment gamma EEG power // *Clin. Neurophysiol.* 2004. Aug., 115(8). P. 1802–1809.

- George M.S., Ketter T.A., Parekh P.I. et al. Brain activity during transient sadness and happiness in healthy women // *Am. J. Psychiatry*. 1995. V. 152. № 3. P. 341.
- Gray J.R., Braver T.S., Raichle M.E. Integration of emotion and cognition in the lateral prefrontal cortex // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2002. V. 99. № 6. P. 4115.
- Herrmann C.S., Munk M.H., Engel A.K. Cognitive functions of gamma-band activity: memory match and utilization // *Trends Cogn. Sci.* 2004. Aug., 8(8). P. 347–355.
- Hinrichs H., Machleidt W. Basic emotions reflected in EEG-coherences // *Int. J. Psychophysiol.* 1992. Dec. 13(3). P. 225.
- Kaiser J., Lutzenberger W. Induced gamma-band activity and human brain function // *Neuroscientist*. 2003. Dec., 9(6). P. 475–484.
- Keightley M.L., Winocur G., Graham S.J. et al. An fMRI study investigating cognitive modulation of brain regions associated with emotional processing of visual stimuli // *Neuropsychologia*. 2003. V. 41. № 5. P. 585–596.
- Lutzenberger W., Ripper B., Busse L., Birbaumer N., Kaiser J. Dynamics of gamma-band activity during an audiospatial working memory task in humans // *J. Neurosci.* 2002. Jul. 1; 22(13). P. 5630–5638.
- Marosi E., Rodriguez H., Yanez G., Bernal J., Rodriguez M., Fernandez T., Silva J., Reyes A., Guerrero V. Broad band spectral measurements of EEG during emotional tasks // *Int. J. Neurosci.* 2001. 108(3–4). P. 251.
- Mesulam M.M. From sensation to cognition // *Brain*. 1998. V. 121. P. 1013.
- Murphy F.C., Nimmo-Smith I., Lawrence A.D. Functional neuroanatomy of emotions: a meta-analysis // *Cogn. Affect. Behav. Neurosci.* 2003. Sep., 3(3). P. 207–33.
- Pardo J.V., Pardo P.J., Raichle M.E. Neural correlates of self-induced dysphoria // *Am. J. Psychiatry*. 1993. V. 150. № 5. P. 713.
- Perlstein W.M., Elbert T., Stenger V.A. Dissociation in human prefrontal cortex of affective influences on working memory-related activity // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2002. V. 99. № 3. P. 1736.
- Phan T.L., Wager T., Taylor S.F., Liberzon I. Functional neuroanatomy of emotion: a meta-analysis of emotion activation studies in PET and fMRI // *NeuroImage*. 2002. V. 16. P. 331.
- Schnitzler A., Gross J. Normal and pathological oscillatory communication in the brain // *Nat. Rev. Neurosci.* 2005. April, 6. P. 285–299.
- Sporns O., Chialvo D.R., Kaiser M., Hilgetag C.C. Organization, development and function of complex brain networks // *Trends Cogn. Sci.* 2004. Sep., 8(9). P. 418–425.
- Tallon-Baudry C., Bertrand O., Peronnet F., Pernier J. Induced gamma-band activity during the delay of a visual short-term memory task in humans // *J. Neurosci.* 1998. Jun, 1; 18(11). P. 4244–4254.
- Tucker D.M., Dawson S.L. Asymmetric EEG changes as method actors generated emotions // *Biol. Psychol.* 1984. V. 19. № 1. P. 63.
- Tulving E. Episodic memory: from mind to brain // *Annu. Rev. Psychol.* 2002. V. 53. № 1. P. 1.
- Varela F., Lachaux J.P., Rodriguez E., Martinerie J. The brainweb: phase synchronization and large-scale integration // *Nat. Rev. Neurosci.* 2001. 2. P. 229–239.

## Раздел 2

# БАЗОВЫЕ КОГНИТИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ



# ПРОБЛЕМА ВОСПРИЯТИЯ И ДЕЙСТВИЯ: НОВАЯ ПЕРСПЕКТИВА

*Е.А. Сергиенко*

Проблема соотношения восприятия и действия, являющаяся фундаментальной для психологии, до сих пор остается дискуссионной.

Восприятие означает получение информации о мире через сенсорные системы. Действие — это телесные движения.

Век назад теории восприятия формулировались в терминах, неприменимых к действию, поскольку они не допускали движения.

Разные направления представляли восприятие или как постепенное восхождение от отдельных ощущений к целостному образу, а затем представлению, или, как гештальтпсихология, предполагали, что восприятие — самоорганизующийся и целостный процесс.

Исследования действия, напротив, всегда исходили из движения. Теории действия, как правило, были связаны с реальными физическими параметрами окружения в большей степени, чем с ментальными феноменами субъекта. Основной вопрос, решавшийся при исследовании действия, был очень конкретным: как активность мышц, суставов управляется нейрональными импульсами мозговых структур? Такая постановка вопроса существенно отличается от философской дилеммы теорий восприятия и больше соответствует конкретным запросам биоинженерии. Эти фундаментальные отличия в подходах к изучению восприятия и действия делают понятным и неудивительным тот факт, что понятия восприятия и действия оставались теоретически непримиримыми столь долгое время.

В рамках отечественной концепции деятельности (А.Н. Леонтьев) основной акцент делается на формировании понятия через активное действие с объектами, которое опосредуется взрослым, т.е. социально детерминировано. С этой точки зрения только после интериоризации действия с объектом, освоенного под руководством взрослого, возможно образование понятия (Гальперин, 1985; Леонтьев, 1981).

Однако в современной когнитивной психологии сложилось иное представление. Действие, осуществляемое даже самым маленьким ребенком, направляется и организуется восприятием, которое, в свою очередь, имеет ментальную базовую основу.

Восприятие и действие — неотъемлемые составляющие единой системы взаимодействия, управляемые общими законами.

Младенцы рождаются с перцептивными системами, преадаптивными к восприятию информации. Согласно теории Дж. Гибсона (1988), перцептивное развитие рассматривается как дифференциация возрастающих по сложности и числу амодальных инвариант. Этот процесс ведет к общему улучшению интерсенсорного функционирования с возрастом. Принцип инвариантной организации перцептивной системы тождественен и для моторных систем. Во многих исследованиях показано, что двигательный навык может быть воспроизведен различными моторными системами. Например, научившись писать свое имя карандашом, можно это сделать и палочкой, и мелом, и ногой, и держа палочку в зубах, с большими или меньшими потерями в качестве.

Другим примером тесной связи восприятия и действия является имитация. Люди часто имитируют действия других. Хотя имитация редко бывает совершенной с самого начала, постепенно достигается сближение с моделью. Классические работы Э. Мелтзоффа и М. Мура (Meltzoff, Moore, 1977) показали, что новорожденные нескольких часов жизни способны к имитации лицевых движений. Формы имитации и научения являются доказательством функциональной связи между «видеть» (перцепцией) и «делать» (действием). В основе этой связи лежит представление о базовой амодальности. Наблюдая движения другого человека, мы видим не только поверхностные характеристики и расположение частей тела, но и глубинную структуру сущности действия: временные соотношения, используемые степени свободы, плавность или резкость, прерывистость потока действия. Эта глубинная структура является инвариантной, что эксплицируется не только в том, как движение воспринимается, но и в том, как оно воспроизводится. Однако приведенные соображения ставят вопрос и о единстве восприятия, действия и ментальных структур, управляющих действием вне возможности перцептивного контакта. Если человек может воспроизводить написание своего имени любыми исполнительными моторными системами, то организация этого действия опирается на ментальную репрезентацию, формат которой может иметь абстрактные характеристики.

Традиционно исследования представлений младенцев о материальных объектах фокусировались на их способности манипулировать с предметами.

Т. Бауэр (1979) одним из первых показал, что младенцы представляют, что объект продолжает существовать. Многие авторы подтвердили экспериментально эту способность у младенцев в возрасте 2–3 мес. (см. подробнее: Сергиенко, 1992, 1996, 2000, 2006). Однако, если младенцы «знают» о постоянстве объекта, то почему они его не ищут? Парадигмальным случаем, иллюстрирующим данное положение, являются феномены Пиаже, демонстрирующие нарушение постоянства объекта. В попытках объяснить этот парадокс — «знают», но не ищут — было выдвинуто множество предположений.

Одно из возможных объяснений этого феномена — ограничения в запоминании информации (по: Баттерворт, Харрис, 2000). Другая возможность связана с ограничениями способности координировать действия. Следовательно, наблюдается несовпадение репрезентации, или представления об объекте, и действий с ним. Исследования А. Даймонд (Diamond, 1990) показали, что не-



удачи младенцев в выполнении ими задач по поиску объекта с использованием преграды и обходного пути связаны не с отсутствием представлений об объекте, а с несовершенством развития и координации исполнительных действий.

Й. Мунаката с коллегами (Munakata et al., 1997) разработали коннекционистскую модель применительно к явлению декаляжа, который проявляется в решении поисковых задач. Суть декаляжа состоит в том, что существует разрыв между успешностью поиска спрятанного объекта, критерием которого являлся мануальный поиск, и успешностью зрительного поиска исчезнувших объектов, который обнаруживается значительно раньше (Бауэр, 1979; Сергиенко, 1987). Более того, многочисленные исследования показали наличие зрительного предпочтения спрятанного объекта, указывающее на существование его репрезентации (см.: Сергиенко, 1996). Традиционное объяснение состоит в том, что успех или неудача в решении поисковых задач связаны с представлениями о постоянстве объекта. Между показателями мануального поиска и перцептивного ожидания на самом деле нет разрыва, он существует только на уровне выполнения. Различное поведение имеет место потому, что предполагает различную степень развития релевантных процессов, лежащих в основе системы, результирующей внутреннюю репрезентацию. Слабая репрезентация о постоянстве объекта может быть достаточной для реализации перцептивного ожидания, а следовательно, выполнения зрительного поиска, но совершенно недостаточной для управления мануальным поиском. Невключенность в систему релевантных компонентов приводит к невозможности ее активной реализации на более сложном уровне организации.

Детальный анализ информации, на которой основано восприятие движения, позволяет предположить существование внутренней, ментальной репрезентации — абстрактной, амодальной, которая имеет те же формы, что и восприятие само по себе. Эти репрезентации в некоторых теориях обозначаются как схемы. Наиболее рано идея схемы была высказана Е. Бартлеттом, который впервые использовал это понятие для интерпретации поведения. Согласно Бартлетту, поведение строится на комбинации сохраненных элементарных реакций, готовых к использованию (по: Jeannerod, 1999). Идея схемы наиболее полно на современном уровне сформулирована У. Найссером (Найссер, 1981; Neisser, 1985). Антиципирующая схема также является единым принципом для организации как восприятия, так и действия. Координированные действия всегда опираются на антиципирующую схему. Действие всегда предварительно подготовлено. Одно действие подготавливает другое. Этот принцип применим и к воображаемому действию. Скрытые и явно выполняемые действия являются частями единого континуума репрезентация—исполнение. Явные действия необходимо включают в себя скрытые, но скрытые действия не обязательно содержат явные. Это означает, что действие, даже не выполняемое реально, репрезентировано: это может быть, например, подготовка к выполнению действия, намерение, ментальная симуляция действия, вербальное описание или наблюдение чьего-то действия с целью обучения или подражания. Эти ситуации различны по уровню когнитивной активности. Ментальная симуляция или вербальное описание предполагают детальную, осознанную репрезентацию, тогда как подготовка к выполнению действия может быть неосознанна и слабо дифференцирована. Но, несмотря

на различия, все репрезентации действий связаны, хотя бы частично, общими механизмами, как показано в исследованиях М. Дженера и других (Jeannerod, 1999). В этих экспериментах субъекты должны были выполнять бимануальные действия: наполнять стакан водой из бутылки и пить в различных условиях: в одном случае — по вербальному описанию (без демонстрации стакана и бутылки), во втором — наблюдая действие, и в третьем — реально его выполняя. Фиксировались кинематические характеристики движений двух рук. Моторное выполнение было высоко подобным во всех условиях, значимых различий между компонентами процесса (доставание стакана, поднятие бутылки и т.д.) при вербальном описании, наблюдении и реальном выполнении не обнаружено. Временные координации между руками сохранялись во всех условиях. В другом эксперименте Десети и Дженера (Decety, Jeannerod, 1996) испытуемым давали инструкцию идти в воображении через калитку разной ширины и размещенную на разном расстоянии. Задача предъявлялась на дисплее компьютера. Испытуемые должны были указать моменты начала движения и прохождения через калитку. Время, необходимое для воображаемого движения, соответствовало расстоянию и ширине калитки, оно увеличивалось как функция трудности задачи. Л. Парсон оценивал время, необходимое испытуемым для ментального вращения руки от стартовой позиции к цели по фотографии. Ментальное время вращения соответствовало реальному времени вращения. При менее удобной позе руки время реального и ментального вращения было одинаково, но при выполнении легких задач ментальное время было короче реального. Важно заметить, что время ментального и реального вращения руки было ограничено биомеханикой руки как части тела (по: Jeannerod, 1998).

Восприятие также опирается на антиципирующие схемы, которые активно направляют перцептивный поиск определенной информации. Восприятие является циклической активностью, в которой схема изменяется под воздействием новой информации, модифицируется ею и в результате начинается поиск новой информации, обеспечивающей очередное изменение схемы (Найссер, 1981; Neisser, 1985). Предложенная Найссером модель включает восприятие в ментальные структуры. Всеобщий характер перцептивной антиципации вызывал и вызывает вопросы. Действительно ли необходимо предвосхищать то, что мы собираемся воспринять? Что случится, если мы будем смотреть на что-то полностью новое, для чего нет схемы? В понимании Найссера схема может функционировать на разных уровнях. Мы с самого рождения оснащены чем-то подобным схеме для восприятия аспектов окружения, способностью определять амодальные инварианты. Спецификация антиципирующей схемы есть уточнение обобщенной, недифференцированной начальной схемы. Поэтому мы никогда не встречаемся с тем, что совершенно ново и не имеет схемы. «Причина того, что мы можем видеть только то, что мы знаем как искать, это схемы (вместе с соответствующей информацией), которые определяют, что будет нами воспринято» (Neisser, 1985, p. 20).

Однако с функциональной точки зрения воспринимать или представлять ментально окружение даже без действия в данный момент имеет смысл, поскольку некоторые будущие действия могут зависеть от сложившейся ментальной репрезентации. В отсутствии восприятия можно осуществить действия

на основе этой ментальной репрезентации, например, найти выход в темноте, интерпретировать происхождение звука и т.п. Более того, кроме амодального формата хранения информации, репрезентации могут иметь специфический, модальный формат хранения. Этот вопрос требует рассмотрения проблем геотехронности развития холистической (амодальной) и модально-специфической систем репрезентации окружения и их соотношения с действием. На основе экспериментальных данных последнего времени была сформулирована гипотеза о принципиальном единстве восприятия, действия и репрезентации.

### **ГИПОТЕЗА О БАЗОВОМ ЕДИНСТВЕ СИСТЕМЫ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ — ВОСПРИЯТИЯ — ДЕЙСТВИЯ**

Система репрезентация – восприятие – действие состоит из двух функциональных подсистем: перцептивного контроля действия и опознания объекта и действия с ним.

М. Гудейл и Д. Милнер (Goodale, Milner, 1992) показали, что функционирование зрительной системы осуществляется в двух независимых направлениях: одно связано преимущественно с перцептивным контролем и управлением движениями, другое — с восприятием и опознанием объектов и событий.

Такое выделение двух способов функционирования согласуется с представлениями Л. Угерлидера и М. Мишкина (Ungerleider, Mishkin, 1982), в соответствии с которыми зрительная система состоит из двух подсистем: «что» и «где». Эти подсистемы не функционируют отдельно, и акцент при выделении двух подсистем ставится не на обработке сенсорной информации, а на ответах, вызванных ею.

Аналогично Б.М. Величковским выделяются две зрительные системы: фокальная и амбьентная, которые обеспечиваются разными уровнями организации восприятия и соответствующими этим уровням мозговыми механизмами (вентральным и дорзальным потоками). Эти два уровня различаются по своим характеристикам. Так, для амбьентного уровня главной задачей является определение пространственного расположения объектов, что подразумевает высокую включенность в движение сцены, меньшую осознанность, низкие характеристики пространственного разрешения и чувствительности к освещению. Это уровень быстрого реагирования. Для фокального уровня восприятия характерна прежде всего идентификация объекта или сцены — задача «что», большая осознанность, высокие характеристики пространственного разрешения и чувствительности к освещению. Это уровень медленной детализации (Величковский, 2006). Близкую точку зрения на организацию перцепции высказывали М. Ливингстон и Д. Хьюбел (Livingstone, Hubel, 1988). На основе анализа структурно-функциональной организации мозга они предположили существование двух подсистем перцепции: магно- и парвоциллилярной. Магносистема выполняет глобальные функции интерпретации пространственной организации и характеризуется цветовой слепотой или очень низкой чувствительностью к цвету, высокой контрастной чувствительностью, низкой остротой

зрения и быстродействием. Парвосистема важна для детального анализа сцены и отличается высокой дифференцированностью цвета, низкой контрастной чувствительностью, высокой остротой зрения, более медленными временными характеристиками действия. Магносистема более примитивна, чем парвосистема, и, по-видимому, обеспечивает самый базальный уровень перцептивной организации.

Однако в более общем виде функциональные подсистемы можно определить через разделение не по принципу «что» и «где», а «что» и «как». При этом их специфичность касается не только зрения, а распространяется на все модальности и может объяснить различия между системой перцептивного контроля действий и системой опознания объектов и событий для действий. Данная гипотеза позволяет перейти от анализа уровней организации перцепции к уровню целостных поведенческих адаптаций, где перцепция и действие связаны в единую систему. Это попытка развить идеи У. Найссера о единстве перцепции и действия в когнитивной карте и схеме. Можно выделить пять аспектов **функциональной специфичности указанных субсистем:**

Субсистема восприятия и контроля действия	Субсистема опознания объекта или события для действия
1. Направлена на представленную информацию, включая ее будущие изменения, что необходимо для организации действия с учетом задержки, продуцированной нейрональной передачей и инерцией телесных сегментов	1. Опережающее обращение к информации, хранящейся в репрезентативной форме. Успешность опознания будет зависеть от того, как обработана воспринимаемая сцена и в каком формате хранится информация
2. Действия с объектом предполагают, что объект представлен эгоцентрически — относительно эффекторной системы, включенной в действие	2. Восприятие объектов происходит в аллоцентрической системе — координатах окружающего мира, относительно стабильного и константного
3. Восприятие, контролирующее действие, оперирует амодальным форматом, общим и для восприятия, и для действия. Этот формат трансформирует сенсорные входы в соответствующие мышечные синергии, необходимые для продуцирования действий	3. Объекты описываются через мультимодальную специфичность, и информация хранится в модально-специфичном формате. Это позволяет понять, как наблюдатель распознает форму или цвет и ковариации модально-специфичных характеристик
4. Меньшая степень осознанности при восприятии действия собственного тела и контроле действия	4. Большая степень осознанности. Опознание требует, чтобы наблюдатель направлял свое внимание на выбранный объект и знал, когда он воспринимает релевантную информацию
5. Эффекты антиципации — пространственно-временное упреждение событий	5. Эффекты антиципации — избирательность в окружении

Выделенные различия не следует понимать как разделение между восприятием, действием и репрезентацией. Скорее, эти различия уточняют их взаимоотношения и специализируют их.

Восприятие и действие связаны через динамический процесс, обеспечивающий новый тип поведения при постепенном усилении «весов» имеющихся компонентов и появлении новых. Системообразующим фактором самоорганизации компонентов в единую функциональную или динамическую систему является цель, нацеленность на надежное решение внешней или внутренней задачи.

Субсистема опознания становится основой для целенаправленных действий, тогда как субсистема восприятие – действие — для достижения цели.

Существуют признаки диссоциации между двумя субсистемами, их функционирование управляется репрезентациями, организованными гетерархически и активизируется в соответствии с задачами.

Представляется, что оба типа репрезентативного хранения развиваются с самого рождения, но амодальное кодирование обеспечивает базовые уровни информационной обработки в большей степени, чем модально-специфическое кодирование, поскольку дает самое общее представление о пространственно-временных характеристиках объектов и событий и способах действий. Детализация сцены предполагает модально-специфическое кодирование и более высокоорганизованные уровни организации действий.

Однако если в системах опознания и восприятия и контроля действия существуют предполагаемые различия, возможно, диссоциация между ними наблюдается в период интенсивного раннего развития на первом году жизни ребенка.

## **Начальное развитие системы восприятие — действие**

Когда восприятие и действие впервые становятся единой парой процессов? До недавнего времени при ответе на этот вопрос доминировала точка зрения Ж. Пиаже. Он полагал, что восприятие и действие являются изначально независимыми процессами, которые постепенно координируются в опыте. Успехи психологии развития в последнее время заставляют отказаться от этого традиционного взгляда.

Система восприятия и действия всегда направлена на проспективный контроль. Информация, необходимая для спецификации событий, содержится в оптическом и акустическом потоке и используется для контроля будущих действий. В наших исследованиях способность к антиципирующей динамической фиксации была обнаружена у младенцев 4-недельного возраста, и пространственно-временное упреждение движущегося объекта с возрастом возрастало как по числу ответов, так и по времени упреждения (Сергиенко, 1992).

## **Начальное развитие системы опознания объектов**

Опознание объектов всегда предполагает отнесение объекта или события к некоторой категории. Система опознания объектов и событий, так же как и система восприятия и действия, функциональна от рождения и предполагает

наличие базовых принципов организации, позволяющих структурировать окружающий мир. Эти принципы изначально доступны в имплицитной форме и направляют восприятие на определенные конструкты и события, обуславливая избирательность восприятия окружения младенцами.

Основные теоретические предположения проиллюстрируем примерами из наших исследований, хотя имеются и другие экспериментальные доказательства.

### **Экспериментальная аргументация I: Исследование эффектов антиципации в младенческом возрасте**

Исследования развития эффектов антиципации в раннем онтогенезе человека показывают, что обе подсистемы функциональны с самого рождения, но более высокого уровня достигает подсистема «контроля действий» с выраженными эффектами пространственно-временного упреждения событий, чем подсистема «опознания» (Сергиенко, 1992; 2006).

Развитие эффектов антиципации у младенцев 8–24 недель указывает на опережение возможностей антиципирующего глазодвигательного поиска в условиях непрерывности пространственно-временной афферентации. Очень важным аргументом является факт использования исполнительных действий в виде разных глазодвигательных стратегий в зависимости от конкретных перцептивных условий задачи. Ширмы разных размеров закрывали видимую траекторию движения объекта так, что самая большая из ширм оставляла видимой только крайние позиции траектории. Чем более дискретно представлена задача, тем больше дискретных стратегий используют младенцы начиная с 8-недельного возраста. Данная тенденция характерна для всех исследуемых возрастов (от 8 до 28-недельного возраста). При этом число антиципирующих поисковых стратегий увеличивается как с возрастом, так и при большей непрерывности наблюдаемого перемещения объекта (меньших размерах ширмы).

### **Заключение I**

Исследования антиципационных эффектов в раннем младенчестве показывают, что подсистема контроля действия развивается быстрее, чем подсистема опознания, о чем свидетельствует быстрое развитие упреждающих эффектов и выбор стратегий глазодвигательных действий. Антиципация событий подтверждает наличие репрезентации пространства и законов движения объекта у младенцев уже 2-месячного возраста и ранее.

### **Экспериментальная аргументация II: Исследование соотношения восприятия, ментальной репрезентации и исполнительных действий у младенцев 6–18 мес.**

Нами было проведено лонгитюдное исследование соотношения восприятия, ментальной репрезентации и исполнительных мануальных действий у младенцев 6–18 мес. Сравнивали выполнение детьми задач трех типов: когнитивных — на по-

иск объекта (задачи Ж. Пиаже), предполагающих наличие репрезентации о спрятанном объекте и исполнительных мануальных действий; перцептивно-моторных (задачи А. Даймонд), нацеленных на разную степень организации мануальных действий по доставанию видимого предмета; третий тип предполагал наличие когнитивной репрезентации спрятанного объекта, но не требовал мануального, а только зрительного поиска (Сергиенко, Дозорцева, 2000; Сергиенко, 2005, 2006). Установлено, что младенцы 7–8 мес. эффективно выполняют только те задачи, которые не требуют мануальных исполнительных действий. Исполнительные мануальные действия отстают в развитии от способностей репрезентации спрятанного объекта, так как опираются на широкий контекст моторной готовности ребенка (развитие удержания баланса позы, становление взаимодополняющих движений рук, тонкой моторики руки и ее адаптации к размеру объекта). Гетерохронность развития восприятия объекта и возможностей моторного обеспечения исполнительных действий ставит под сомнение ведущую роль практических действий в развитии концепции объекта. Результаты подтвердили, что мануальные исполнительные действия не могут служить надежным показателем представлений младенцев о спрятанном объекте, как это полагал Ж. Пиаже.

## **Заключение II**

1. Кластерный и корреляционный анализ показал, что решающую роль в выполнении задач играют когнитивный и моторный компоненты, как осуществляющие более весомые вклады в динамическое взаимодействие компонентов функциональной системы.

2. Во всех задачах, независимо от способа их решения (зрительный или мануальный поиск), когнитивный компонент входил со значительным «весом» в системную структуру.

Наши результаты могут быть интерпретированы в контексте динамических систем. Только объединение репрезентации объекта, моторной компетенции и регуляции действия в единую систему дает стабильный результат — способность к мануальному поиску спрятанного объекта. В более ранних возрастах ментальная репрезентация, моторные компоненты, необходимые для исполнительных действий, и нейрональная регуляция не достигают необходимого «веса» в совокупном функционировании системы. Усиление «веса» всех составляющих с возрастом обеспечивает переход системы на более высокий уровень функционирования.

## **Экспериментальная аргументация III: Исследования развития бимануальных действий**

В исследовании становления бимануальных действий задачи, предъявляемые младенцам в возрасте 6–24 мес., были подобраны по степени когнитивной сложности.

Одни задачи прямо содержали аффордансы действий, другие требовали активной репрезентации без опоры на перцепцию, третьи предполагали опосредованное (орудийное) выполнение действия (достать палочкой игрушку).



Задачи также варьировались по степени сложности моторного исполнения: от становления манипулирования с объектами до двухфазных задач, требующих явной дифференциации движений двух рук (Сергиенко, 2004, 2006).

Предъявлялись следующие задачи:

1. Задачи на прямые действия (взять кольцо, кубик, колокольчик).
2. Задачи на тонкую моторику (взять таблетку, калякать мелком, карандашом).
3. Задачи на одновременные действия двумя руками (вставить колышки в отверстия, вынуть бусинки из тубы, достать бусинки из коробки).
4. Задачи на произвольную регуляцию действий руками (построить башню из кубиков, достать стержнем игрушку, положить кубики в чашку).
5. Задачи Пиаже (найти игрушку под чашкой, под двумя чашками [задача А-не-В], под двумя чашками с перемещением).
6. Задачи Даймонд (Diamond, 1990) (достать видимую игрушку из прозрачной коробки, окрытая стенка которой находится с разных сторон от ребенка, что предполагает или прямой путь, или двухфазное действие руки, или обходной путь) (подробнее см.: Сергиенко, Дозорцева, 2000; Сергиенко, 2006).

Результаты исследований позволили выделить следующие стратегии мануальных действий:

*Унимануальные стратегии* (ребенок действует одной рукой).

1. Однократные действия (взял таблетку, поднял чашку и смотрит на спрятанную под ней игрушку).
  2. Последовательные действия (например, левой рукой притянул к себе кольцо за веревочку, потом бросил веревочку, левой рукой взял кольцо).
- Бимануальные стратегии* (ребенок действует двумя руками).
1. Одновременные действия (например, поднимает чашку двумя руками одновременно и смотрит на спрятанную игрушку).
  2. Бимануальные последовательные действия (например, попеременно то левой, то правой рукой ставит колышки, кладет кубики в чашку).
  3. Бимануальные взаимодополняющие действия (например, держит чашку левой рукой, кладет в нее кубики правой).

Анализ распределения выделенных стратегий в зависимости от когнитивной и моторной сложности задачи позволил сформулировать основные результаты исследования:

1. Обнаружена специфичность в распределении стратегий действий рук уже в возрасте 6–8 мес., т.е. значительно раньше, чем полагали ранее. Так, в задачах, предполагающих прямые действия, и в задачах на тонкие моторные действия мы видим доминирование унимануальных стратегий, хотя присутствуют все выделенные типы движений рук.
2. В задачах, предполагающих действия двумя руками (одновременных и на произвольную регуляцию), очевидно в большей степени используются бимануальные стратегии, причем принципиальная дифференциация функций двух рук резко возрастает в возрасте 12 мес., что выражено в увеличении числа взаимодополняющих действий двух рук.
3. Специфичность проявляется в существовании более тонких различий в составе бимануальных действий и их динамике в зависимости от задачи. При

выполнении задач Пиаже, требующих когнитивной сложности для «понимания» постоянства объекта, бимануальные стратегии действий с объектами хотя и преобладают, но при росте вкладов бимануальных последовательных стратегий, которые являются менее прогрессивными и специфичными стратегиями бимануального развития.

4. В задачах Даймонд «вес» когнитивных компонентов относительно меньше, а исполнительный компонент представлен более прогрессивными и дифференцированными бимануальными действиями по сравнению с задачами Пиаже.

5. Факт сходного соотношения уни- и бимануальных стратегий в задачах Пиаже и Даймонд свидетельствует, что система восприятие – действие – репрезентация функционирует как единая, но с тонкими нюансами различных «вкладов» составляющих этой системы.

Рассмотренные экспериментальные аргументы, полученные автором в трех направлениях экспериментальных работ, позволяют сделать общие *выводы*:

- Экспериментальные данные являются аргументами в пользу единства системы репрезентация – восприятие – действие.
- Данная система функциональна с раннего младенчества.
- Обе подсистемы – контроля действия и опознания – начинают развиваться одновременно, но гетерогенно. Подсистема контроля опережает развитие подсистемы опознание – действие.
- Показано, что специфика выполнения задач зависит от когнитивных, перцептивных и моторных компонентов, их гетерархического развития.
- Развитие бимануальных действий также демонстрирует единство восприятия и действия, поскольку имеет не только возрастную специфику, но и зависит от задач, актуализирующих разные компоненты единой системы.

## ЛИТЕРАТУРА

- Баттерворт Дж., Харрис М. Принципы психологии развития. М.: Когито-Центр, 2000.
- Бауэр Т. Психическое развитие младенца. М., 1979.
- Величковский Б.М. Когнитивная наука: Основы психологии познания. В 2 т. М.: Смысл: Издательский центр «Академия», 2006. Т. 1.
- Гальперин П.Я. Методы обучения и умственное развитие ребенка. М., 1985.
- Гибсон Дж. Экологический подход к зрительному восприятию. М., 1988.
- Леонтьев А.Н. Проблемы развития психики. М., 1981.
- Найссер У. Познание и реальность. Смысл и принципы когнитивной психологии. М.: Прогресс, 1981.
- Пиаже Ж. Избранные психологические труды. М., 1969.
- Сергиенко Е.А. Антиципация дискретных и непрерывных объектов в раннем онтогенезе // Психол. журн. 1987. Т. 8. № 3. С. 77–86.
- Сергиенко Е.А. Антиципация в раннем онтогенезе человека. М.: Наука, 1992.
- Сергиенко Е.А. Истоки познания: онтогенетический аспект // Психол. журн. 1996. Т. 17. № 4. С. 43–54.

- Сергиенко Е.А., Дозорцева А.В. Соотношение восприятия и действия в младенческом возрасте // Психол. журн. 2000. Т. 21. № 5. С. 23–35.
- Сергиенко Е.А. Проблема восприятия, действия и репрезентации в раннем онтогенезе человека. Развитие мануальных действий в младенчестве // Исследования по когнитивной психологии / Под ред. Е.А. Сергиенко. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2004. С. 227–294.
- Сергиенко Е.А. Раннее когнитивное развитие: новый взгляд. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2006.
- Decety J., Jeannerod M. *Fitts' law in mentally simulated movements* // *Behav. Brain Research*. 1996. V. 120. P. 1763–1777.
- Diamond A. *Neuropsychological insight into meaning of object concept development* // *Biology and Knowledge: Structural constraints on development*. N.Y., 1990. P. 1–52.
- Goodale M.A., Milner D.A. *Separate visual pathways for perception and action* // *Trends in Neuroscience*. 1992. V. 15. P. 20–25.
- Jeannerod M. *To act or not to act: perspectives on the representation of actions. The 25<sup>th</sup> Bartlett lecture* // *The Quarterly Journ. of experim. Psychol.* 1999. V. 52A. № 1. P. 1–29.
- Jeannerod M. *Representations for actions* // *Advances in psychological science*. V. 2. Biological and cognitive aspects. Hove. UK: Psychological Press, 1998. P. 337–353.
- Livingstone M., Hubel D. *Segregation of Form, Color, Movement and Depth: anatomy, physiology and Perception*. Science. 1988. V. 240. P. 28–37.
- Meltzoff A., Moor M.K. *Imitation of facial and manual gestures by human neonates* // *Science*. 1977. V. 218. P. 179–181.
- Munakata Y., VcClelland, J.L., Johnson M.H., Siengler R.S. *Rethinking infant knowledge: toward and adaptive process account of successes and failures in object performance tasks* // *Psycholog. Review*. 1997. V. 104. P. 686–713.
- Neisser U. *The role of invariant structures in the control of movements* // *Goal directed behaviour: the concept of action in psychology* / Ed. by M. Frese, J. Sabini. New Jersey, London, Hillsdale: Lawrence Erlbaum associated publishers, 1985. P. 3–30.
- Ungerleider L.G., Mishkin M. *Two cortical visual systems* // *Analysis of visual behavior* / Ed. by D.J. Ingle, M.A. Goodale, R.J.W. Mansfield. Cambridge. MA: MIT Press, 1982. P. 549–586.

# ДОВЕРЧИВАЯ ПАМЯТЬ: КАК ИНФОРМАЦИЯ ВКЛЮЧАЕТСЯ В СИСТЕМУ АВТОБИОГРАФИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

***В.В. Нуркова***

Мадам Бовари — это я.  
*Г. Флобер*

В настоящее время в исследовательских программах когнитивных исследований происходит изменение приоритетов. Фокус интересов смещается от разработки общих, универсальных принципов и закономерностей переработки информации к выявлению вариативности механизмов, стратегий функционирования и взаимодействия познавательных процессов. Укажем только на один факт: если в 1978 г. Нобелевской премией был отмечен вклад Г. Саймона в алгоритмическое представление процесса решения задач, то спустя почти 30 лет, в 2002 г. Д. Канеман удостоился звания Нобелевского лауреата уже за изучение присущих человеческому познанию сдвигов в рациональности при принятии решений. Причем рассмотрение, на первый взгляд, ошибочных стратегий познания в действительности является не констатацией некой «дефектности» природы человека, а понимается как адекватный методический прием для обнаружения механизмов, задействованных в целостном адаптивном процессе познания. Таким образом, в ходе развития когнитивных наук все отчетливее обнаруживается разнообразие, неоднозначность, сложность организации механизмов, обеспечивающих процессы познания и преобразования мира.

В последние годы когнитивные психологи активно исследуют феномены субъективной уверенности в достоверности данных различных познавательных процессов — восприятия, памяти, мышления. Этот интерес обусловлен необходимостью учета регуляторных метапознавательных функций в системной координации когнитивных механизмов. Постепенно формируется понимание того, что степень доверия—недоверия субъекта к его когнитивной продукции оказывает значительное влияние на работу системы в целом.

## **Парадокс уверенности в истинности автобиографических воспоминаний**

Исследование все более широкого спектра механизмов мнемических процессов с целью их моделирования является одной из перспективных задач когнитивной науки.

Среди разнообразных потоков информации, фиксируемых памятью человека, необходимо выделить особую подсистему личного опыта, характеризующуюся специфическими закономерностями организации и извлечения материала — автобиографическую память (Neisser, 1978; Conway, Rubin, 1993; Conway, Pleydell-Pearce, 2000; Найссер, 2005; Нуркова, 1996; Нуркова, 2006). На относительную автономность автобиографической подсистемы памяти в ансамбле познавательных процессов указывают: 1) данные о ее функциональном своеобразии; 2) клинические факты ее избирательного поражения; 3) неоднородность ее чувствительности к воздействиям; 4) асинхрония развития в фило-, антропо- и онтогенезе; 5) специфика нейрофизиологического субстрата; 6) формы репрезентации содержаний.

В свете сказанного во вводной части данной статьи представляется особенно значимым изучение факторов, обеспечивающих динамику переживания степени достоверности воспоминаний о событиях личного прошлого, которые относятся к подсистеме автобиографической памяти. По нашему мнению, описание критериев ошибочного включения личностно нейтральных содержаний в структуру автобиографического знания полезно для прояснения функционирования данной системы в реальных жизненных условиях.

Участники исследований обычно высоко оценивают истинность своих воспоминаний, несмотря на то, что в действительности их субъективная и объективная точность коррелируют в очень небольшой степени (Neisser, Harsch, 1992). Данный парадокс был замечен еще пионером экспериментального исследования памяти Г. Эббингаузом: «Объективная правильность воспроизведения и субъективное сознание этой правильности далеко не всегда связаны между собой» (цит. по: Эббингауз, 1998, с. 253). Почему же люди, высоко критичные к адекватности своих семантических знаний, отстаивают непогрешимость воспроизведения ложной автобиографической информации?

Можно привести, по меньшей мере, четыре причины для объяснения данного явления. Во-первых, согласно теории обнаружения сигнала (Green, Swets, 1966), критерий принятия решения о наличии или отсутствии стимула зависит от того, какой тип ошибки (ошибка пропуска или ошибка ложной тревоги) более приемлем. Функциональная нагрузка автобиографической подсистемы памяти настолько велика (укажем хотя бы на функцию формирования и поддержания идентичности личности и функцию осознания уникальности своей жизни), что «цена» сомнения в достоверности воспоминаний оказывается непомерно высокой (Нуркова, 2004). Соответственно, снижается планка доверия к продукции памяти.

Во-вторых, специфика материала, включаемого в автобиографическую память, такова, что он допускает вариативность интерпретации. Эпизод, вплетенный в ткань жизни, отличается от нейтрального знания, отчужденного от

личностного контекста его получения: он всегда включает в себя пласт выходящих за рамки конкретной ситуации отношений между участниками события. Кроме того, значение и смысл события могут изменяться с течением времени в связи с его последствиями или вновь сложившимися обстоятельствами (Нуркова, 1998).

В-третьих, процесс воспоминания событий личного прошлого сопровождается особым состоянием сознания, которое Э. Тульвинг назвал состоянием «автоноэзиса». Автоноэтическое сознание переживается как непосредственное путешествие в прошлое и вызывает чувство неотторжимой принадлежности актуализируемого опыта к «Я» субъекта (Tulving, 2001).

И, наконец, в-четвертых, нельзя сбрасывать со счетов трудность верификации автобиографических воспоминаний. Документальные свидетельства индивидуальной истории жизни человека, с одной стороны, весьма фрагментарны и разрознены, а с другой, обычно фиксируют только социально значимые аспекты того или иного события. При этом глубоко интимная, смысловая составляющая личного прошлого остается вне поля зрения «внешней» хроники жизни (Нуркова, 1999).

Таким образом, субъективная достоверность автобиографических воспоминаний является результирующей следующих факторов: предпочтения стратегии «ложной тревоги» (принятия неавтобиографической информации в качестве автобиографической), многозначности интерпретации автобиографического материала, переживания состояния автоноэзиса в процессе воспоминания и трудности верификации. Эти факторы определяют более высокую пластичность воспоминаний о личном прошлом по сравнению с иной мнемической продукцией, что, с нашей точки зрения, является аргументом в пользу оценки данной подсистемы памяти как максимально значимой для функционирования личности в ее когнитивно-мотивационном единстве.

## **Виды искажений автобиографических воспоминаний**

Расхождения между реальными характеристиками запечатленного события и воспоминанием о нем могут включать в себя искажения как временного аспекта воспоминаний (оценки продолжительности протекания события и локализации события на оси времени), так и содержания самого события. Во втором случае наблюдается: 1) полная потеря доступа к информации; 2) искажения первоначального значения; 3) конфабуляции (достройки воспоминания путем включения новых элементов); 4) контаминации (перепутывание фрагментов различных воспоминаний), 5) создание (конструирование) нового воспоминания; 6) ошибки в установлении источника информации (Нуркова, 2006).

Рассмотрим сначала особенности ретроспективной оценки времени протекания событий. Интересно отметить, что не существует универсального направления данного искажения, например, тенденции переоценивать или недооценивать продолжительность эпизода. Обращение к различным типам автобиографических воспоминаний провоцирует различные временные трансформации.

Так, относительно наиболее полно исследованного на сегодняшний день феномена автобиографической памяти — фотографического воспоминания

(flashbulb memories) в целом верно положение, высказанное Вильямом Джемсом еще в 1890 г. в его классическом учебнике «Принципы психологии»: «Время, наполненное разнообразными и интересными событиями, проходит быстрее, но кажется долгим, когда мы вспоминаем о нем... Незаполненное событиями время тянется долго, но оказывается коротким в ретроспекции» (Джемс, 1991, с. 184).

В нашем исследовании (Нуркова, Бернштейн, Лофтус, 2003) были проанализированы воспоминания москвичей о террористических актах 1999 г. в Москве и 2001 г. в Нью-Йорке. Воспоминания о данных исторических событиях включали в себя все основные черты фотографических воспоминаний (яркую образность, переживание «путешествия во времени», высокую эмоциональную насыщенность, ассоциированность с образом прошлого). Ошибка при оценке интервала времени между первым и вторым взрывами носила регулярный характер и в том случае, когда интервал объективно был равен минутам (Нью-Йорк), и в том, когда он составлял дни (Москва). В обоих случаях воспоминания характеризовались переоценкой временной дистанции. Описывая московские события, испытуемые считали, что в среднем период между двумя взрывами составил 126,7 часов (на самом деле — 101 час). В случае атаки на Всемирный торговый центр в Нью-Йорке испытуемые оценивали период между тем моментом, когда первый самолет врезался в Северную башню и тараном Южной башни комплекса в 30,14 минут (на самом деле — 18 мин). Таким образом, переоценка составила 25,5% для взрывов в Москве и 67,4% для атаки на башни ВТЦ. Видимо, ошибки времени в данном случае совершаются в момент кодирования информации и именно поэтому обладают высокой устойчивостью. Так, можно было бы предположить, что постоянно повторявшаяся демонстрация в телевизионных программах краткого сюжета об атаке на ВТЦ в Нью-Йорке субъективно «сожмет» время события, однако даже при таком воздействии СМИ оно оказывается непропорционально «растянутым».

Своего апогея эффект ретроспективной переоценки времени достигает в состоянии, которое до сих пор (в связи с очевидными методическими ограничениями) не стало предметом научного исследования и традиционно описывается как феномен «вся жизнь промелькнула перед глазами». В критической ситуации при возникновении угрозы самому существованию человека происходит виртуальное «проживание» ключевых моментов жизни. Функциональная роль данного состояния заключается, по-видимому, в интеграции личности перед возможным завершением физического существования. Вероятно, этот механизм закреплен на биологическом уровне для того, чтобы максимально сконцентрировать все ресурсы для преодоления кризиса (ведь именно по отчетам «вернувшихся к жизни» мы судим о его существовании). Отметим, что акт, продолжающийся объективно лишь доли секунды, создает субъективное впечатление почти бесконечной протяженности.

Один из немногих источников, описывающих это явление, суммирует: «...умирающий пытается оценить свою жизнь, и (некое существо) проводит его через мгновенные картины важнейших событий его жизни, происходящие перед его мысленным взором. Этот обзор можно описать только в терминах воспоминаний, хотя некоторые черты отличают его от обычных воспоминаний. Эти



воспоминания, когда их описывают в наших обычных временных выражениях, следуют быстро, одно за другим, в хронологическом порядке. Другие же совсем не ощущают никакой временной последовательности. Воспоминания были мгновенными, все картины прошлого одновременны, и человек мог охватить их все сразу, одним мысленным взором. И при их выразительности все, пережившие этот опыт, полагают, что этот обзор прошлого совершился буквально за одно мгновение» (Моуди, 1991, с. 36).

Противоположная тенденция «субъективного сжатия» временной развертки наблюдается при актуализации воспоминаний о переломном событии. Переломное воспоминание — это особый тип воспоминаний о событиях, которые оцениваются человеком как критически важные и повлекшие за собой кардинальные личностные изменения. Структура воспоминания о переломном событии строится на основании содержательного сопоставления того, что было «до» и «после» него. В связи с этим ретроспективное время события вырождается в точку, т.е. перестает переживаться в качестве компонента воспоминания (Нуркова, 2000).

Фактор времени оказывается значимым и при описании макроструктуры автобиографической памяти. В ходе исследований выявлен ряд устойчивых эффектов временной организации автобиографической памяти (Thompson, Skowronski, Larsen, Betz, 1996). **«Циклический календарный эффект»** заключается в том, что культурно и естественно детерминированная метрика времени (недели, месяцы, годы) заставляет субъекта впадать в регулярную ошибку относительно точной даты события (помнить день недели — не помнить месяц, помнить время года — не помнить год и т.д.).

При извлечении автобиографической информации обнаруживается и своеобразный **«краевой эффект»**: когда человека просят вспомнить события, относящиеся к какому-либо периоду (например, учеба в университете), он воспроизводит максимальное количество событий из начала и конца заданного периода. **«Телескопический эффект»** удаляет или приближает события на субъективной оси времени в зависимости от их личностной значимости. Человеку кажется, что важные для него события произошли недавно, а не слишком важные — давно.

Наиболее значимым во временной организации автобиографической памяти является **«эффект пика воспоминаний»** (reminiscence bump effect). Согласно общим закономерностям памяти, можно было бы ожидать, что давние события будут постепенно забываться, уступая место более новым. Долгое время предполагалось, что «кривая забывания» в автобиографической памяти имеет форму, аналогичную классической кривой Эббингауза (1885).

Однако субъективное существование нашего прошлого в масштабах жизни в целом, как выяснилось, не может быть описано с помощью монотонно угасающей функции. На самом деле периоды субъективной «пустоты», о которых у нас не остается ясных воспоминаний, и периоды субъективной «заполненности», т.е. насыщенные воспоминаниями временные отрезки жизни, закономерно сменяют друг друга. **«Эффект пика»**, заключающийся в том, что люди вспоминают непропорционально большое количество автобиографических событий, относящихся к периоду 16–28 лет, был впервые описан Д. Рубиным,

С. Ветцлером и Р. Небисом в середине 1980-х годов (Rubin, Wetzler, Nebes, 1986). Рубин и др. (1998), основываясь на результатах исследований четырех лабораторий, составили сходные кривые для испытуемых разных возрастов (от 40 до 70 лет). Во всех случаях наблюдался ярко выраженный «пик» автобиографических воспоминаний.

Итоговое распределение общего количества воспоминаний вдоль оси времени жизни определяется взаимодействием трех независимых компонентов: 1) большим количеством воспоминаний о событиях, которые произошли в течение лет, предшествующих опросу, что отражает «оперативную» составляющую автобиографической памяти; 2) малым количеством воспоминаний о раннем детстве, отражающим действие «детской амнезии» (известно, что люди обладают лишь фрагментарными воспоминаниями о времени, пока они не достигли примерно трехлетнего возраста); 3) «пиком воспоминаний», относящимся к периоду 16–28 лет.

На волне последовавшего за первыми публикациями всплеска интереса к феномену «пики воспоминаний» было обнаружено, что можно исключить оперативный компонент полученной кривой, если попросить испытуемых вспомнить наиболее яркие и важные события прошлого, события, которые они хотели бы включить в свои мемуары, или рассказать историю своей жизни в произвольной форме. Причем при названных модификациях инструкции процент воспоминаний, относящихся к периоду «пики», повышался с 17% до 57%.

В ряде исследований действие эффекта «пики воспоминаний» было изучено косвенными методами. Например, книги, музыка и кинофильмы, с которыми люди ознакомились в возрасте 15–30 лет, оцениваются ими как наиболее приятные и незабываемые (Larsen, 2003).

В настоящее время предложено несколько вариантов объяснения эффекта «пики». Наиболее адекватными нам представляются те из них, которые объясняют данный эффект как результат присвоения культурных жизненных сценариев или как артефакт формирования идентичности.

В первом случае речь идет о разделяемых всеми членами культурной общности представлениях о типичном содержании и «расписании» жизненных событий. Поскольку культурные жизненные сценарии присваиваются субъектом по мере социализации, с их помощью опосредствуется и отбор автобиографической информации на стадии запечатления, и преимущество в ее извлечении. В исследовании, проведенном Д. Рубином и Д. Бернтсен (Rubin, Bertsen, 2004) на датской выборке, испытуемых просили указать семь наиболее вероятных событий жизни человека, датировать их и оценить по критериям величины субъективной вероятности их присутствия в жизни и важности этих событий для испытуемого (по 7-балльной шкале).

При сопоставлении полученных нами на российской выборке данных с данными Рубина и Бернтсен (Нуркова, Митина, Янченко, 2005) был обнаружен ряд различий. Так, например, максимальное по частоте упоминания событие «рождение ребенка» назвали 90% датчан, отнеся его к возрасту 28 лет. В российской выборке данное событие было упомянуто только в 53% случаев и отнесено к возрасту 25 лет. Максимальное по частоте упоминания событие для российской выборки «вступление в брак» (назвали 63% опрошенных) было в среднем отне-

сено к возрасту 23 года. Следует отметить, что в российской выборке это событие упоминается реже, чем в датской, и его наступление связывается с более ранним возрастом (для датчан — 75% и 27 лет). Российский культурный сценарий характеризуется тенденцией приписывания меньшей важности теме семейной жизни (6,17 против 5,87). В датской выборке присутствуют три события, не упомянутых в российской выборке: «уход из дома», «выход на пенсию», «смерть родителей». Безусловно, все эти события тематически близки друг другу, так как включают в себя аспект разрыва социальных и семейных связей. Российские испытуемые упоминают три события, которых нет в датской выборке: «детский сад», «выпускной вечер в школе», «школьные годы». Таким образом, в российском культурном сценарии жизни шире представлен конструкт «детства», тематически и эмоционально противоположный конструкту «утраты и потери», присущему западноевропейскому сценарию. Однако в обоих случаях непропорционально большое количество наиболее упоминаемых событий относится к периоду «пика воспоминаний», т.е. возрастному интервалу от 16 до 28 лет (соответственно 50% и 60% событий при теоретическом значении < 25% для равномерного распределения). Иными словами, конфигурация культурного сценария типичной жизни детерминирует предпочтительную фиксацию в памяти событий из периода юности и ранней зрелости.

Обнаруженные факты позволяют говорить о культурном сценарии типичной жизни как о механизме, обеспечивающем форматирование распределения насыщенности воспоминаниями временной оси жизни. Однако механизм структурирования автобиографической информации, по нашим данным, не исчерпывается использованием культурного сценария. В особенности это касается уникальных, исключительно значимых для личности событий, которые не предписываются социальной нормой.

Второй подход к интерпретации «эффекта пика» связывает его с понятием идентичности. Исходя из понимания автобиографической памяти в качестве одного из главных ресурсов формирования и поддержания идентичности, логично предположить существование особого механизма сохранения высокой «плотности» воспоминаний, относящихся к юности как периоду обретения человеком «первой» самостоятельной идентичности. Для того чтобы продуктивно ответить на вопрос «Кто я?», человеку необходимо хранить в памяти не только саму систему самоописания, но и информацию о событиях, на которых это самописание базируется. Соответственно, именно периоды осознанных личностных изменений оказываются наиболее доступными для воспоминаний. Ситуация, характеризующаяся неустойчивой идентичностью, наиболее выражена в юности. Вследствие этого в исследованиях выявляется универсальный характер «эффекта пика». При статистической обработке, нивелирующей индивидуальные вариации, действие культурного сценария проявляется в универсальности эффекта.

Очевидно, что идентичность не достигается раз и навсегда. Аналогичный описанному выше способ работы автобиографической памяти может многократно наблюдаться на протяжении жизни человека в том случае, если он сталкивается с ситуацией «*прерванной идентичности*». В подобных ситуациях возникает необходимость переопределения особенностей своей личности. Моменты «прерванной идентичности» маркируются в автобиографической

памяти как воспоминания о переломных событиях. После того, как подобное событие произошло, человеку приходится снова и снова отвечать на вопрос: «Какой я теперь?», основываясь на обращении к воспоминаниям о событиях, связанных с периодом кардинальных личностных изменений. Необходимый в жизни каждого человека этап становления идентичности в юношеском возрасте сменяется глубоко индивидуальной конфигурацией уникальных переломных событий, которая и формирует неповторимую архитектуру («временную матрицу») автобиографической памяти личности.

В нашем исследовании приняли участие 40 испытуемых, которым предлагалось изложить свою автобиографию, а затем описать переломные моменты прошлого. Полученные ряды событий сопоставлялись между собой. В результате анализа данных наряду с универсальным «пиком воспоминаний» была выявлена и индивидуальная конфигурация участков временной оси прошлого, характеризующихся более высокой плотностью воспоминаний. Наиболее доступные для воспроизведения автобиографические воспоминания статистически значимо оказались сгруппированными вокруг воспоминаний о переломных событиях: возрастание доступности воспоминаний, относящихся к периодам, окружающим переломные события, носит степенной характер.

Таким образом, «эффект пика воспоминаний» в автобиографической памяти личности не является исключительно «возрастным» универсальным феноменом. В его формирование вносит вклад не только универсальный фактор «форматирования» воспоминаний о прошлом согласно культурным сценариям жизни, но и фактор индивидуальной конфигурации событий, пережитых в качестве переломных.

Перейдем к проблеме искажения содержания автобиографических воспоминаний. Наиболее впечатляющими формами искажений являются полная утрата прежде доступного содержания и включение в память эпизодов, которые не имеют референта в реальном прошлом субъекта.

Основным механизмом, определяющим возможность «имплантации» неавтобиографической по своему характеру информации в подструктуру автобиографической памяти, является **механизм ложной атрибуции источника воспоминания** (Source Monitoring Failure — SFM). При актуализации этого механизма человек достаточно аккуратно воспроизводит фрагмент ранее запечатленной информации, но затрудняется в установлении обстоятельств ее получения (Johnson, Hashtroudi, Lindsay, 1993). В данном случае автобиографическая память, для нормального функционирования которой критически важна рефлексия по поводу источника (Кто? Где? Когда?), начинает работать по принципу семантической памяти, нейтральной к происхождению своих содержаний. Создается иллюзия «знакомости» материала, которая ложно распознается как личностное «воспоминание» о пережитом опыте.

### Факторы, повышающие пластичность воспоминаний

К настоящему времени выявлен ряд факторов, повышающих вероятность срабатывания механизма ложной атрибуции источника информации. Максимальная вероятность ошибки наблюдается в том случае, когда: 1) целевая ин-

формация запоминается произвольно; 2) целевая информация подвергается глубокой переработке; 3) у субъекта складывается чувство знакомости материала; 4) имеет место акт мысленной реконструкции события; 5) авторитетный источник утверждает, что событие имело место в реальности; 6) событие воспринимается как высоко вероятное; 7) субъект решает задачи, преобразуя материал более обобщенного содержания по сравнению с описанием конкретных жизненных эпизодов; 8) целевая информация относится к «субъективному прошлому»; 9) субъект работает с материалом, структурированным как биографический (п.п. 7, 8, 9 см.: Nourkova, Bernstein, Loftus, 2004); 10) контекст кодирования и контекст извлечения информации не совпадают (Velichkovsky, 2002).

Ситуация диссонанса между утверждением авторитетного для субъекта источника о наличии определенного факта жизни и феноменальным отсутствием воспоминания о нем часто снимается за счет «имплантации» ложного воспоминания в автобиографическую память. При этом когнитивной переинтерпретации мнемического образа всегда предшествует создание психологической ситуации мотивационной готовности к перестройке, имплантации или забыванию содержаний памяти.

В одном из экспериментов (Loftus, Pickrell, 1995), посвященном исследованию влияния прямого внушения на содержание воспоминаний, принимали участие пары братьев и сестер. Старший рассказывал младшему случай, которого в действительности не было. Через несколько дней тестировалась память младшего члена пары относительно рассказанного ложного события. Самым известным стал случай Кристофера и Джима. 14-летнему Кристоферу было рассказано, как в возрасте пяти лет он потерялся в большом универсальном магазине и был обнаружен пожилым человеком только спустя несколько часов. Во время опроса, последовавшего через неделю после внушающего воздействия со стороны старшего брата, Кристофер представил исследовательнице полную деталей версию ложного происшествия (в воспоминании упоминались «фланелевая рубашка», «слезы матери» и т.д.). В следующей серии экспериментов Э. Лофтус с коллегами удалось достичь 25% уровня внушения испытуемым вымышленных событий их детства.

Для внушения ложных содержаний памяти были разработаны различные приемы: апелляция к личностным проблемам испытуемого («ваш страх может быть результатом пережитого в детстве нападения собаки»), «толкование» сновидений («ваш сон говорит мне, что вы перенесли погружение на большую глубину») (Mazzoni, Loftus, Seitz, Lynn, 1999). Более сильный внушающий эффект оказывают «документальные свидетельства». Их визуальная очевидность заставляет испытуемых фальсифицировать воспоминания высочайшей степени субъективной достоверности. Так, в работе Уэйда, Гарри, Рида и Линдсея (Wade, Garry, Read, Lindsay, 2002) с помощью компьютерной программы PhotoShop была произведена компиляция личных детских фотографий и контекста вымышленной ситуации (полет на воздушном шаре). 40% испытуемых «вспоминало» обстоятельства «воздушной прогулки» и сообщало множество ее подробностей.

В нашем недавнем исследовании, продолжающем эту серию экспериментов на материале воспоминаний об исторических событиях (Nourkova, Bernstein,

Loftus, 2004), 80 испытуемых, которые за полгода до этого принимали участие в исследовании воспоминаний о террористических актах в Москве и Нью-Йорке, подверглись ретроспективной дезинформации. Все испытуемые получили анкету с наводящим вопросом: «Когда полгода назад вы принимали участие в исследовании памяти об исторических событиях, вы упомянули о том, что ваше воспоминание включало в себя образы раненых животных. Расскажите об этом подробнее». Понятно, что никто из испытуемых ранее не упоминал о животных. Половину группы просили вспомнить о террористических актах в Москве, а половину — о террористических актах в Нью-Йорке. Испытуемые, которых просили вспомнить о Нью-Йорке, оказались устойчивы к ретроспективной дезинформации, в то время как испытуемые, которые вспоминали о Москве, в 12,5% случаев не только соглашались с тем, что они рассказывали о животных при первоначальном анкетировании, но и актуализировали яркие, полные деталей образы. Так, один из испытуемых говорил о том, что вспоминает «обезумевшую от страха собаку, которая мечется на руинах взорванного дома в поисках хозяина», другой описывал «нахохлившегося попугая в клетке, которого, наверное, успели вынести из рухнувшего здания» и т.д. Выявленные различия в готовности принять ретроспективную дезинформацию, скорее всего, связаны с тем, что образ катастрофы в Нью-Йорке был объективирован в тщательно структурированных и компактных телевизионных репортажах, так что испытуемым буквально «некуда» было «вмонтировать» дополнительные элементы.

Еще один фактор, предсказывающий эффект включения нового содержания в автобиографическую память — это уровень субъективной оценки вероятности события (Pezdek, Finger, Hodge, 1997). Показано, что даже невероятные события после определенного воздействия приобретают статус субъективно возможных. Доверие или недоверие к содержаниям своей памяти выступает значимым мета-фактором, с одной стороны, обеспечивающим мониторинг истинности воспроизводимого материала, а с другой, при недостаточной критичности субъекта, облегчающим ошибочную атрибуцию воспоминаний. Участники исследования Дж. Маззони были помещены в специально организованную информационную среду, в которой факт «увидеть человека, одержимого дьяволом» представлялся рядовым событием. Испытуемые читали статьи, утверждающие, что одержимость дьяволом весьма распространенное явление, смотрели запись ток-шоу, где «жертвы» обсуждали свой опыт одержимости и даже знакомились с интервью премьер-министра, в котором он признавался журналистам, что в детстве был свидетелем сцены одержимости. Спустя некоторое время после воздействия испытуемые были в значимо большей степени готовы признать, что сами пережили подобное событие (Mazzoni, 2001).

Примером мысленной реконструкции события является акт воображения. Э. Хайманом с коллегами (Huyan, Husband, Billings, 1995) на основе опроса родителей студентов колледжа о событиях жизни их детей был составлен список нереальных событий («во время свадебного застолья пролил праздничный пунш на платье невесты», «был госпитализирован ночью с острым отитом» и т.д.). При первом интервью факт воспоминаний о подобных событиях отрицался испытуемыми. Затем им давалась инструкция максимально ярко



представить описанные ситуации. При повторном опросе до 30% испытуемых утверждали, что помнят данные события.

Воспоминания о различных периодах жизни отличаются по своей пластичности. Нами было установлено, что воспоминания, находящиеся в субъективном прошлом, поддаются искажениям легче, чем относящиеся к субъективному настоящему (Nourkova, Bernstein, Loftus, 2004). Для человека границей между субъективным прошлым и субъективным настоящим выступает воспоминание о последнем по времени переломном событии жизни. Очевидно, что равная временная дистанция (например, «5 лет назад») для одного человека может быть адресацией к субъективному прошлому, а для другого — к субъективному настоящему. В эксперименте мы просили испытуемых по 8-балльной шкале оценить степень их уверенности в том, что конкретные события (называемые экспериментатором) имели место в их личном прошлом. Затем испытуемые выполняли творческое задание, структура которого провоцировала представление материала в биографическом ключе. Содержанием творческого задания было создание эссе о воображаемом персонаже, с которым произошло целевое событие. После этого ими снова оценивалась уверенность в присутствии того или иного события в их жизни. После написания эссе показатели уверенности значительно увеличились (событие, становясь более знакомым, как бы включается в жизнь человека): оценки возросли на 0,18 в случае, когда целевые события относились ко времени после переломного события (т.е. к субъективному настоящему), и на 0,29, когда события относились к периоду до переломного события (т.е. к субъективному прошлому). Выявленные различия значимы на уровне достоверности 0,05.

В качестве условий, провоцирующих действие механизма ложной атрибуции источника воспоминания, исследовались ситуации переработки информации в рамках решения задачи, не связанной с запоминанием. Согласно известному постулату теории уровней переработки информации Крейка и Локхарда (Craik, Lockhart, 1972), во многом наследующей концепции П.И. Зинченко, «глубина» кодирования зависит от характера требований задачи, в которую включен паттерн информации. При этом максимальный мнемический эффект достигается в том случае, когда запрос к памяти апеллирует к «финишному» уровню кодирования материала. Если наблюдается несовпадение уровней произвольного кодирования информации и ее произвольного извлечения, результатом может стать неполная актуализация (Величковский, 1999; Velichkovsky, 2002). Вариантом такого неполного извлечения является чувство знакомости содержания материала с потерей информации о ситуации его запечатления.

Когда речь идет об эпизодической информации, обнаруживаются специфические ошибки оценки общего ее значения. Например, Джакоби с соавторами (Jacoby, Whitehouse, 1989) предъявлял испытуемым список имен, который включал имена как известных, так и вымышленных персонажей. На следующий день выборочное предъявление имен из списка сопровождалось вопросом, принадлежат ли эти имена знаменитым людям. Участники эксперимента проявляли сильную тенденцию опознавать случайные комбинации имен и фамилий, виденные накануне (например, Себастьян Вейсдорф), как имена знаменитостей.



Авторами описывается также «иллюзия правдивости». Испытуемым демонстрировался список слов, а затем предъявлялась серия утверждений, которые должны были быть оценены как истинные или ложные. Наблюдалась тенденция считать правдивыми именно те предложения, которые включали в себя ранее демонстрировавшиеся слова и словосочетания.

Несовпадение контекста кодирования и контекста извлечения наблюдаются, например, в случае билингвизма, когда человеку приходится устанавливать источник информации, полученной на неродном языке (Schrauf, 2000). Согласно нашей гипотезе, включение в ставшие уже традиционными методики трансформации воспоминаний материала на иностранном языке приводит к повышению их эффективности. В эксперименте приняли участие 82 испытуемых. Экспериментальная процедура включала в себя три сессии с интервалом в два дня. В первый день испытуемые заполняли опросник вероятных жизненных событий, включавший 24 пункта. Каждый из пунктов оценивался по 8-балльной шкале от 1 — «точно не случилось в моей жизни» до 8 — «точно произошло в моей жизни». Затем из перечня событий случайным образом выбирались 12 пунктов, которые переводились на английский язык. Оставшиеся 12 пунктов служили контрольными. На четвертый день испытуемые посещали занятия по иностранному языку, где в качестве материала для упражнений им предлагались 12 пунктов опросника, переведенные на иностранный язык и переформулированные на более высоком уровне обобщения по сравнению с исходными (например, «burned your hand on the stove» (обжег руку о конфорку плиты) менялось на «injured your body by fire» (повредил тело огнем). От испытуемых требовалось указать тип глагола (правильный–неправильный), перевести предложения на русский язык и составить из них сложносочиненные предложения на английском языке. Испытуемые расценивали процедуру как часть обычных учебных занятий и не усматривали связи между ней и исследованием. На седьмой день испытуемые повторно заполняли опросник, аналогичный первому.

Полученные результаты полностью подтвердили нашу гипотезу. Различия в направлениях сдвигов оценок между экспериментальными и контрольными условиями являются значимыми ( $p < 0,001$ ). Почти три четверти испытуемых (73%) при повторном заполнении опросника повысили свои оценки уверенности в том, что событие, описание которого было включено в выполнение промежуточного задания на иностранном языке, имело место в их личном прошлом. 22% испытуемых понизили свои оценки относительно экспериментальных пунктов, а 4,8% оставили свои оценки без изменений. Для пунктов, которые служили контрольными, 46,3% повысили свои оценки, 45,1% — понизили, и 8,6% — оставили без изменений. Абсолютная величина полученного эффекта (среднее изменение оценок для каждого участника исследования) для экспериментальных условий составила 0,46, для контрольных — 0,09, различие также статистически значимо ( $p < 0,001$ ).

Д. Бернштейном (см.: Bernstein, Whittlesea, Loftus, 2002) было показано, что для эффекта имплантации воспоминаний чувство «знакомости», вызванное присутствием материала в промежуточных задачах, должно соответствовать некоторому оптимальному значению. Если причина «знакомости» материала

слишком очевидна (например, опрос следует сразу за выполнением задачи), то эффект ошибки относительно источника воспоминания не только не наблюдается, но и повышается критичность к предъявляемому материалу. Между тем, некоторые техники, например, разгадывание анаграмм со словами, которые присутствуют в списке возможных жизненных событий, повышают субъективное доверие испытуемых к тому, что данные события имели место в их биографии, даже без отсрочки опроса.

Экспериментальные данные свидетельствуют об иерархическом строении когнитивной активности человека при определении достоверности содержаний, функционирующих в подструктуре автобиографической памяти. «Чувство знакомости» материала, произвольно запечатленного в рамках выполнения заданий различного типа, который по своей структуре сходен с автобиографическим, провоцирует конструирование иллюзорных воспоминаний, характеризующихся высокой субъективной достоверностью.

## Заключение

Приведенные выше экспериментальные факты приводят нас к следующим выводам:

1. Моделирование ситуаций сбоев в работе когнитивного процесса является адекватным методическим приемом для обнаружения закономерностей включения информации в ту или иную функциональную систему переработки.

2. Тот факт, что воздействия, направленные на искажение содержаний памяти, оказывают более интенсивное влияние на личные воспоминания, чем на семантическую информацию, подтверждает оценку подсистемы автобиографической памяти как максимально значимой для функционирования личности. Особое положение автобиографической памяти как структуры, связующей когнитивные и мотивационные аспекты мнемических процессов, определяет предпочтение стратегии «ложных тревог» при атрибуции поступающей информации. Наличие специфических механизмов искажения временного аспекта личных воспоминаний еще в большей степени подкрепляет данный вывод.

3. В автобиографической памяти обнаруживаются своеобразные «дублирующие» механизмы включения информации. Информация, которая не может быть категоризована как исключительно семантическая, автоматически «присваивается» автобиографической подсистемой (для обозначения этого явления мы пользуемся рабочим термином «жадность автобиографической памяти»).

4. Полученные данные убедительно свидетельствуют, что личные воспоминания изменчивы, они развиваются, отмирают и искажаются либо целиком, либо в каких-то, зачастую крайне существенных компонентах. Более того, многие наши воспоминания в некоторой степени не точны, поскольку каждый акт памяти включает в себя процессы воображения, реконструкции и установления источника информации.

## ЛИТЕРАТУРА

- Величковский Б.М. Модули, градиенты и гетерархии: где мы находимся в изучении когнитивной архитектуры? / Традиции и перспективы деятельностного подхода в психологии. Школа А.Н. Леонтьева / Под ред. А.Е. Войскунского, А.Н. Ждан, О.К. Тихомирова. М., 1999. С. 161–199.
- Джемс У. Психология. М: Педагогика, 1991.
- Моуди Р. Жизнь после жизни. Исследование феномена жизни после смерти тела. Обнинск, ПКПО «Духовное возрождение», 1991.
- Нуркова В.В. Проблема истинности автобиографических воспоминаний в процессе судопроизводства // Психологический журнал. 1998. Т. 19. № 5. С. 15–30.
- Нуркова В.В. Методы исследования автобиографической памяти // Вестник Университета Российской Академии Образования. 1999. № 2. С. 11–31.
- Нуркова В.В. Свершенное продолжается: Психология автобиографической памяти личности. М.: Изд-во УРАО, 2000.
- Нуркова В.В. Роль автобиографической памяти в структуре идентичности личности // Мир психологии. 2004. № 2. С. 77–87.
- Нуркова В.В. Общая психология. Память. Учебник для вузов. М.: Академия, 2006. Т. 3. С. 118–130.
- Нуркова В.В., Бернштейн Д.М. Корреспондентный подход в изучении памяти и проблема истинности воспоминаний // Труды кафедры общей психологии МГУ. М.: Смысл, 2006. С. 125–143.
- Нуркова В.В., Бернштейн Д.М., Лофтус Э.Ф. Эхо взрывов: сравнительный анализ воспоминаний москвичей о террористических актах 1999 г. (Москва) и 2001 г. (Нью-Йорк) // Психологический журнал. 2003. Т. 24. № 1. С. 67–74.
- Нуркова В.В., Митина О.В., Янченко Е.В. Автобиографическая память: «Сгущения» в субъективной картине прошлого // Психологический журнал. 2005. Т. 26. № 2. С. 22–32.
- Эббингауз Г. Смена душевных образований // Психология памяти / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Я. Романова. М.: ЧеРО, 1998. С. 243–264.
- Bernstein D.M., Whittlesea B.W.A., Loftus E.F. Increasing confidence in remote autobiographical memory and general knowledge: Extensions of the revelation effect // *Memory & Cognition*. 2002. Vol. 30. P. 432–438.
- Conway M.A., Rubin D.C. The Structure of Autobiographical Memory // *Theories of Memory* / Ed. by A.E. Collins, S.E. Cathercole, M.A. Conway & P.E. Morris. Hove, U.K., 1993. P. 103–137.
- Conway M.A., Pleydell-Pearce C.W. The Construction of Autobiographical Memories in the Self-Memory System // *Psychological Review*. 2000. Vol. 107. №. 2. P. 261–288.
- Craik F.I.M., Lockhart R.S. Levels of processing: A framework for memory research // *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 1972. № 11. P. 671–674.
- Garry M., Manning C.G., Loftus E.F., Sherman S.J. Imagination inflation: Imagining a childhood event inflates confidence that it occurred // *Psychonomic Bulletin and Review*. 1996. № 3. P. 208–214.
- Green D.M., Swets J.A. *Signal detection theory and psychophysics*. N.-Y.: John Wiley, 1966.
- Hyman I.E. Jr., Husband T.H., Billings F.J. False memories of childhood experiences // *Applied Cognitive Psychology*. 1995. Vol. 9. P. 181–197.
- Jacoby L.L., Whitehouse K. An illusion of memory: False recognition influenced by unconscious perception // *Journal of Experimental Psychology: General*. 1989. Vol. 118. P. 126–135.
- Johnson M.K., Hashtroudi S., Lindsay D.S. Source monitoring // *Psychological Bulletin*. 1993. Vol. 114. P. 3–28.
- Koriat A., Goldsmith M., Pansky A. Toward a psychology of memory accuracy // *Annual Review of Psychology*. 2000. Vol. 51. P. 481–537.

- Larsen S.F. *Memorable book: Recall of reading and its personal context* // *Empirical approaches to literature and aesthetics. Advances in Discourse Processes* / Ed. by M.S. MacNealy, R. Krus. Norwood, NJ: Ablex, 2003. Vol. 52. P. 177–185.
- Loftus E.F., Pickrell J.E. *The formation of false memories* // *Psychiatric Annals*. 1995. Vol. 25. P. 720–725.
- Mazzoni G.A.L., Loftus E.F., Kirsch I. *Changing beliefs about implausible autobiographical events: A little plausibility goes a long way* // *Journal of Experimental Psychology: Applied*. 2001. Vol. 7. P. 51–59.
- Mazzoni G.A.L., Loftus E.F., Seitz A., Lynn S. *Changing beliefs and memories through dream interpretation* // *Applied Cognitive Psychology*. 1999. Vol. 13. P. 125–144.
- Neisser U. *Memory: What are the important questions?* // *Practical aspects of memory* / Ed. by M.M. Gruneberg, P.E. Morris, R.N. Sykes. London, 1978. P. 3–24.
- Neisser U., Harsch N. *Phantom flashbulbs: False recollections of hearing the news about Challenger* // *Affect and accuracy in recall* / Ed. by E. Winograd, U. Neisser. N.-Y.: Cambridge University Press, 1992. P. 9–31.
- Nourkova V.V., Bernstein D.M., Loftus E.F. *Altering traumatic memory* // *Cognition and Emotion*. 2004. № 4. P. 575–585.
- Nourkova V.V., Bernstein D.M., Loftus E.F. *Biography becomes autobiography: Distorting subjective past* // *The American Journal of Psychology*. 2004. Vol. 117. № 1. P. 65–80.
- Pezdek K., Finger K., Hodge D. *Planting false childhood memories: the role of event plausibility* // *Psychological Science*. 1997. № 8. P. 437–441.
- Rubin D.C., Schulking M.D. *The distribution of autobiographical memories across the lifespan* // *Memory and Cognition*. 1997. Vol. 25. № 6. P. 859–866.
- Rubin D.C., Wetzler S.E., Nebes R.D. *Autobiographical memory across the adult lifespan* // *Autobiographical memory* / Ed. by D.C. Rubin. Cambridge: Cambridge University Press, 1986. P. 202–221.
- Rubin D.C., Berntsen D. *Cultural Life Scripts Structure Recall from Autobiographical Memory* // *Memory & Cognition*. 2004. Vol. 32. № 3. P. 427–442.
- Rubin D.C., Rahhal T.A., Poon L.W. *Things learned in early adulthood are remembered best* // *Memory and Cognition*. 1998. Vol. 26. № 1. P. 3–19.
- Schrauf R.W. *Bilingual autobiographical memory: Experimental studies and clinical cases* // *Culture and Psychology*. 2000. № 6. P. 387–417.
- Thompson C.P., Skowronski J.J., Larsen S.F., Betz A.L. *Autobiographical Memory: Remembering What and Remembering When*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers, Mahwah, New Jersey, 1996.
- Tulving E. *Origin of Autonoesis in Episodic Memory* // *The nature of Remembering. Essays in honor of Robert G. Crowder* / Ed. by H.L. Roediger III, J.S. Nairne, J. Neath, A.M. Surprenant. Washington, 2001.
- Velichkovsky B.M. *Heterarchy of cognition: The depths and the highs of a framework for memory research* // *Memory*. 2002. Vol. 10. № 5/6. P. 405–419.
- Wade K.A., Garry M., Read J.D., Lindsay D.S. *A picture is worth a thousand lies: Using false photographs to create false childhood memories* // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2002. 9. P. 597–603.

# ВОЗРАСТНЫЕ И ПОЛОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СЕМАНТИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВ ПСИХИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ\*

*А.О. Прохоров*

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Изучение взаимоотношений между психическими явлениями является важнейшей методологической проблемой психологии. В этой связи установление закономерностей отношений между психическим состоянием и сознанием как категориями психического открывает перспективы для изучения осознаваемого базиса состояний человека.

Методологические основания и стратегии исследования категории «сознание» были разработаны Л.С. Выготским и А.Н. Леонтьевым. В соответствии с их взглядами сознание рассматривается как система значений, данных в единстве с другими образующими — чувственной тканью и личностным смыслом (Выготский, 1984; Леонтьев, 1975). Ведущей образующей с позиций культурно-исторического подхода Л.С. Выготского и теории деятельности А.Н. Леонтьева является «значение» как «ставшее достоянием моего сознания (в большей или меньшей своей полноте и многогранности) обобщенное отражение действительности, выработанное человечеством и зафиксированное в форме понятия, знания или даже в форме умения как «обобщенного образа действия, нормы поведения и т.п.» (Леонтьев, 1983, с. 242). Такой подход к значению связан с представлением Л.С. Выготского о том, что значение является связующим звеном процессов общения и обобщения, молярной единицей, позволяющей передавать социальный опыт от субъекта к субъекту и присваи-

---

\* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 07-06-00221а.

вать его, а также ориентировать личность в социальной и предметной действительности. Высшие психические функции человека, согласно Л.С. Выготскому (Выготский, 1984), функционируют как интериоризированная и свернутая форма социального взаимодействия (или как «внутренний диалог», по Бахтину), используя в качестве единиц языковые значения. В той степени, в какой восприятие, память, мышление или иной психический процесс опосредованы значением (в форме слова, визуального символа, чертежа, ритуального действия и т.д.), они являются потенциально осознаваемыми.

Синонимом осознанности выступает системность организации значений, возможность переформулирования содержания высказывания, выражения одних значений через другие (Выготский, 1934). Предложенная А.Н. Леонтьевым трактовка сознания как индивидуальной системы значений, данных в единстве с чувственной тканью, связывающей сознание через перцепцию с предметным миром и личностными смыслами, определяющими его пристрастность, выступает механизмом его изменения и трансформации. Основанием этого процесса является генезис и трансформация значения как образующей сознания. А.Н. Леонтьев подчеркивает двойственную природу значения. С одной стороны, оно выступает как единица общественного сознания, а с другой — как образующая индивидуального сознания.

Современная трактовка значения базируется на представлении о нем как сложной многокомпонентной системе, состоящей из более дробных единиц — семантических множителей, атомов смысла, сем и т.д. Являясь средством описания действительности, сами значения (понятия) могут и не осознаваться как таковые. Значения существуют в системе отношений с другими значениями и раскрываются через эти отношения, поэтому проведение семантического анализа подразумевает выделение семантических связей в анализируемой области значений. «Психологическая структура значения, — пишет А.А. Леонтьев, — есть, в первую очередь, система дифференциальных признаков в значении, соотношенная с различными видами взаимоотношений слов в процессе реальной речевой деятельности, система семантических компонентов, рассматриваемая не как абстрактно-лингвистическое понятие, а в динамике коммуникаций, во всей полноте лингвистической, психологической, социальной обусловленности слова» (Леонтьев, 1971, с. 11).

Изучение психических состояний в языковом пространстве открывает пути к рассмотрению их осознаваемого базиса через субъективную систему значений, образующих семантическое пространство. В основе изучения лежит принцип операциональной аналогии между параметрами субъективного семантического пространства и категориальной структурой сознания (Петренко, 1988). Поэтому анализ составляющих, входящих в семантическое пространство психического состояния (значения), открывает возможности для его описания и реконструкции с позиций категорий сознания. В этом контексте правомочно выделение семантических компонентов значения, понимание их как подвижных функциональных образований, возникающих и существующих внутри целостной системы значений, перцептивного или мыслительного образа этой системы (Леонтьев, 1975). При таком понимании индивидуальное сознание, индивидуальная система значений представляет собой подвижную пластичную функциональную систему,



включающую вербальные и образные компоненты, воспроизводимую «заново» в зависимости от задачи, стоящей перед субъектом, от его цели, требующей той или иной глубины проникновения в содержание, и осознания от материала, на базе которого реализуется речемыслительная деятельность.

Для осознания значения требуется его выражение в системе других значений. Это необходимо субъекту для разделения картины мира и конкретной действительности. В психосемантике картина мира рассматривается не как зеркальное отражение действительности, а как одна из субъективных моделей мира (в системе представлений каждого индивида есть специфические, только ему присущие компоненты, обусловленные его личным опытом).

Одним из методов исследования индивидуальной системы значений является построение субъективных семантических пространств. Последние понимаются как система признаков, описаний объектной и социальной действительности, определенным образом структурированная (Петренко, 1996). Построение семантических пространств позволяет выделить в значении составляющие единицы индивидуального сознания.

Изучение «сознательной» составляющей психических состояний через субъективную систему значений, образующих семантическое пространство, является основной задачей нашего исследования. Нами рассматривается образование понятия «состояние» в ходе возрастного развития субъекта. При этом мы исходим из представлений о том, что генезис значения от его простейших форм (по Л.С. Выготскому) до наиболее развитой формы — научного понятия — есть процесс развития, онтогенез сознания.

Л.С. Выготский считал, что процессы, приводящие впоследствии к образованию понятий, уходят своими корнями глубоко в детство, но только в переходном возрасте вызревают, складываются и развиваются те интеллектуальные функции, которые в своем сочетании образуют их психологическую основу (Выготский, 1984). В рамках этих процессов он выделил три основных этапа развития значения слова. Первый из них проявляется в поведении ребенка раннего возраста. Ребенок выделяет множество предметов, объединяемых без достаточного внутреннего родства и отношений между его частями, и предполагает ненаправленное распространение слова на ряд внешне связанных между собой предметов. Значение слова образуется путем неформального синкретического сцепления отдельных предметов, так или иначе связавшихся друг с другом в представлении и восприятии ребенка в один слитный образ. Второй этап — образование комплексов. Здесь различные конкретные предметы объединяются на основе взаимного дополнения по какому-либо одному признаку и образуют единое целое, состоящее из разнородных, дополняющих друг друга, частей. На третьем этапе ребенок (подростковый возраст) полностью переходит к мышлению понятиями. Первые две формы мышления не исчезают, они сосуществуют в сознании ребенка.

В контексте данных представлений нами исследовались особенности и закономерности процесса становления (осознания) значений состояний в онтогенезе у представителей разных возрастных групп: от дошкольников до старшеклассников, а также половые особенности организации семантических пространств.



## 2. МЕТОДИКА

Основным методическим приемом изучения семантических пространств состояний являлся ассоциативный эксперимент. Известно, что ассоциативный язык тесно связан с личностью человека, в нем ярко проявляется индивидуальность и присутствует нечто, что не осознается человеком, а непосредственно переживается, чувствуется, ощущается. Как отмечают некоторые авторы (Супрун, Клименко, Титова, 1975), характер ассоциаций зависит от возраста, пола, образовательного уровня и профессии испытуемых.

В группе **дошкольников** (от 3 до 7 лет — 93 чел.) с каждым ребенком обследование проводилось индивидуально. Ребенку предъявляли (озвучивали) слово, обозначающее состояние, затем просили его сказать: «Что это значит?» или «Что это такое?» для него. Всего предъявлялось девять слов: **первая группа** — слова, обозначающие состояния с высоким уровнем энергетики — *страх, злость (злоба), радость*; **вторая группа** — слова, обозначающие состояния со средним уровнем энергетики — *спокойствие, стыд, обида*; **третья группа** — слова, обозначающие состояния с низким уровнем энергетики — *усталость, печаль, огорчение*. Изучение семантических пространств состояний **младших школьников** проходило в двух формах: вербальной и невербальной. При использовании вербального метода у школьников вызывали ассоциации на стимул, выраженный словом. В рамках невербального метода в качестве стимула использовалась стилизованная картинка с изображением лица человека в определенном состоянии. Испытуемым (учащиеся 3 кл., возраст 9–10 лет — 45 чел.), предлагалось описать 6 состояний: *радость, страх, тревогу, спокойствие, обиду и печаль*. **Подросткам и старшеклассникам** предлагался набор состояний: *радость, печаль, страх, усталость* и др., от них требовалось, представив себя в данном состоянии, описать свои мысли, чувства, восприятия и пр., а также свои физиологические реакции и поведение в данный момент. В экспериментах участвовали учащиеся 7 кл. — 89 чел. и 10–11 кл. — 100 чел.

При изучении возрастных особенностей организации семантических пространств психических состояний, дифференцированных по ведущей психологической составляющей, испытуемым (возраст от 13 до 30 лет) предлагалось в свободных ассоциациях описать 12 состояний: положительные эмоциональные состояния — *наслаждение, восторг*; отрицательные эмоциональные состояния — *ярость, тоска*; волевые состояния — *лень/леность, борьба мотивов*; интеллектуальные состояния — *вдохновение, сомнение*; психофизиологические состояния — *утомление, бодрость*; состояния, возникающие в процессе общения — *ненависть, симпатия*. В эксперименте приняли участие 103 человека: 66 девушек и 37 юношей. Они были разделены на три группы: девочки и мальчики 13–14 лет (21 и 17 чел. соответственно), мальчики и девочки 15–16 лет (24 и 12 чел.), студенты и взрослые 17–30 лет — 29 чел. (21 и 8 чел.). В «сквозном» исследовании семантических пространств психических состояний участвовало 390 чел. с 1 по 11 кл. (возраст от 7–8 до 16–17 лет).

Исследование влияния половых особенностей организации семантических пространств состояний из трех частей: а) изучались особенности семантических пространств психических состояний *усталости, жалости, лени, спокойствия,*

*злости, страха, печали и радости* у учащихся трех возрастных групп: младших школьников, подростков и старшеклассников; б) изучались состояния, отличающиеся между собой по ведущей психологической составляющей (эмоциональной, волевой, психофизиологической и в процессе общения), у девочек и мальчиков 13–14 и 15–16 лет, а также у девушек и юношей 17–19 лет; в) рассматривались семантические пространства психических состояний разного энергетического уровня (высокого, среднего и низкого) у мужчин и женщин (преподаватели разных учебных заведений). В исследовании приняли участие 361 чел. (134 мужчины и 227 женщин).

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ

#### Особенности семантических пространств психических состояний детей дошкольного возраста

**Дети от трех до четырех лет.** Речь трехлетнего ребенка состоит в основном из простых предложений. Часто ответы ребенка на вопрос: «Что это такое?» начинались со слова «когда». Например, *страх* — «когда темно», «когда нет мамы», «когда волк...» и т.д. Если рассмотреть семантические пространства трехлетних детей с точки зрения присутствия в их описаниях основных сторон психического состояния, то можно отметить, что в них преобладают две составляющие — поведение и переживание «...когда весело», «...когда грустно», «...когда ругаются, кричат», «...когда балуешься» и пр. Из психических процессов наиболее представлены эмоциональные, например: «...когда все радуются» и др. В описаниях трехлетних детей не встречаются упоминания о физиологических реакциях. Дети этого возраста отвечают чаще всего односложно, предложениями, состоящими из одного-двух слов и начинающимися со слова «когда». При описании психического состояния дети трех лет в основном используют конкретные объекты (волк), явления (молния) или ситуации (*страх* — «когда шкаф падает», «когда свет перегорит»). Иными словами, описание состояний детей этого возраста опосредовано предметными действиями и самими предметами, а также поведением. Отражением процесса становления осознания состояний детьми этого возраста является присутствие в ядерных образованиях семантических пространств состояний *стыда, обиды, огорчения, печали* определения «не знаю», а в ядре состояния *усталости* определения «когда устал». Другая особенность детей этого возраста заключается в том, что они не могут ответить на вопрос, что в каком состоянии хорошее, а что плохое. Они отвечают так: *страх, усталость, злость, печаль, огорчение, стыд, обида* — это плохо; а *радость, спокойствие* — это хорошо. Но это особенность всех детей дошкольного возраста.

**Дети от четырех до пяти лет.** Семантические пространства четырехлетних детей отличаются от пространств трехлетних, так как речь в этом возрасте становится более связной, ее ситуативность уменьшается, высказывания делаются более полными, развернутыми. Из составляющих состояния в семантических

пространствах детей этого возраста, как и у трехлетних, наиболее часто встречаются описания поведения и переживаний, а также эмоции. Отсутствуют описания физиологических реакций. В отличие от младших, у четырехлетних детей в состояниях *стыд*, *обида*, *огорчение*, *печаль* компонент «не знаю» из ядра семантического пространства перемещается к окраине. Много единичных описаний этих состояний.

Чаще встречаются такие определения, как «хорошо» или «не хорошо». В ответах появляются действия (глаголы). Присутствует сквозное высказывание, характерное для пяти состояний (*злость*, *стыд*, *обида*, *огорчение*, *печаль*) — «когда ругают, кричат». Еще одна особенность — в высказываниях детей очень часто встречается определение «...когда играю», причем в разных состояниях: *радость*, *спокойствие*. Понятно, что игра — ведущий вид деятельности в этом возрасте, и большую часть времени дети проводят в играх, поэтому и определение это является сквозным. Начиная с этого возраста дети часто упоминают в своих высказываниях слова «смерть» или «умереть», «умрет». Например: «*Печаль* — это когда собака умрет», «*Печаль* — когда кто-то умер», «*Печаль* — это похороны», «*Страх* — когда всех убивают», «*Страх* — умереть можно» и др. Описания часто начинаются со слова «когда».

**Дети от пяти до шести лет.** Семантические пространства пятилетних заметно отличаются от пространств детей четырех лет. У них также много общего с пространствами шестилетних. Пятилетние дети более самостоятельны, тянутся к товарищам по играм, более общительны. Их высказывания полнее и богаче образными словами и оборотами речи, в них присутствуют все части речи, хотя по-прежнему большинство высказываний начинаются со слова «когда». С этого возраста в описаниях появляются высказывания о своих физиологических процессах и реакциях: «...сердце громко так стучит», «...бежишь и до пяток дрожишь», «...уши краснеют» и др. Другая особенность пятилетних — плотные ядра семантических пространств состояний, единичных высказываний немного по сравнению с шестилетними. Эти дети, в отличие от шестилетних, в пространстве состояния *злость* описывают поведение взрослых или просто других людей, а не свое. Свою *злость* выражают примерно так: «...когда все запрещают», «...когда тебе что-то не нравится». Если у трех- и четырехлетних детей в семантическом пространстве преобладали описания поведения и переживаний, то у пятилетних, кроме физиологических процессов, появляются описания психических процессов.

**Дети от шести до семи лет.** К шести годам лексикон ребенка состоит примерно из 14 тысяч слов. Он уже владеет словоизменением, образованием времен, правилами составления предложений, его ответы развернуты, предложения полные, с оборотами речи, сравнениями, образными определениями и т.д. Семантические пространства состояний детей этого возраста самые объемные. Большое место в описаниях занимают физиологические реакции: «...сердце выпрыгивает», «...в желудке спокойно», «...нервов не хватает», а также упоминания некоторых болезней: «...у меня нервный псих от аллергии».

Во многих состояниях представлен положительный полюс шкалы переживаний: веселость, активность, бойкость, бодрость и др. Отрицательный полюс шкалы ярко представлен в семантическом пространстве состояния *усталости*:

пассивность, сонливость, вялость, тяжесть и др. При описании поведения почти во всех состояниях, кроме *печали и огорчения*, преобладают активные действия.

У шестилетних детей происходит усвоение нравственных норм поведения, а также формируются моральные качества, связанные с отношением к людям. В связи с этим встречаются высказывания: «*Стыд* — это когда других подводишь», «*Стыд* — когда обещал и не выполнил», «*Стыд* — не можешь в глаза смотреть другому» и др. Другая особенность заключается в том, что практически все ядерные образования семантических пространств состояний представлены одними только глаголами (действиями).

### **Особенности семантических пространств типичных неравновесных состояний детей дошкольного возраста (обобщенная картина)**

#### **Состояния высокого энергетического уровня**

*Страх*. Для дошкольного возраста характерны страх одиночества, болезни, смерти, сказочных персонажей, снов, темноты, животных, стихии, огня, пожара и др. Для 14% детей *страх* — это волк, для 13% — привидение, для 12% — желание спрятаться, укрыться. 10% детей боятся одиночества, 9% — темноты и страшных снов. Все это составляет ядро семантического пространства *страха* дошкольников. Из составляющих здесь преобладают описания психических процессов — ощущений, эмоций и физиологических процессов — температурные ощущения, состояния мышечного тонуса, двигательной активности, сердечно-сосудистой системы. В единичных высказываниях присутствуют образные выражения. Например: «*Страх* — это когда черная туча в глазах появляется», «...когда волосы дыбом», «...голова леденеет», «... это боль в голове, боль в уме» и т.д.

*Радость*. Для большинства детей (35%) радость — это когда весело, для 18% детей радость сопровождается прыганьем по кровати, дивану, для 15% *радость* — когда купят что-то. 12% отвечают, что радость — это «когда просто играю». Для 10% *радость* — это праздник. Эти описания составляют ядро семантического пространства радости. Из основных характеристик состояния преобладают описания поведения, активных действий, а также психических процессов — ощущений и эмоций.

*Злость*. Ядро составляют следующие определения: 24% детей сказали, что злость — это «когда ругаются», 15% — «когда кричат», 13% — «когда дерутся», 10% — «когда бьют». До 5 лет дети описывали поведение взрослых, шестилетние дети уже обращаются к своему поведению. В семантическом пространстве злости присутствуют все четыре составляющие состояния: например: «...я вся сжимаюсь» (физиологическая реакция); «...внутри кипит, плохо тебе» (переживания); «...бегаю, ору, кидаю игрушки» (поведение); «...сердитый» и др. (эмоции).

Для ядерных образований состояний высокого энергетического уровня характерно незначительное число сквозных (свойственных всем возрастным группам) определений, размер ядер небольшой, много единичных, индивидуальных определений. В них дети описывают не типичную, а свою ситуацию.

В динамике от 3 до 7 лет семантические пространства изменяются следующим образом: в начале дошкольного возраста они состоят из определений, в которых называются конкретные предметы, явления. Ответы односложны, используются в основном существительные и наречия. К старшему дошкольному возрасту семантические пространства расширяются за счет появления и описания действий (глаголов), физиологических реакций, а также образных описаний с использованием оборотов речи, сравнений и др. Младшие дети чаще описывают взрослых, тогда как шестилетние — собственные действия.

### Состояния среднего энергетического уровня

*Спокойствие.* Поскольку ведущая деятельность у детей — игровая, то для 29% *спокойствие* — это «когда просто играешь», для 18% — «когда тихо или просто тишина», 16% детей *спокойствием* считают состояние «когда спят», 10% — «когда гуляют на улице». Эти высказывания составляют ядро семантического пространства. В семантические поля входят определения, которые касаются привычных, любимых дел: «*Спокойствие* — это когда рисуешь, читаешь, лепишь» и т.п. По мере развития ребенка наблюдается рост стремления к личностной независимости и свободе. С 5 лет часты ответы: «*Спокойствие* — это когда никто не мешает», «...никто не мучает», «... не заставляет кушать, спать» и т.п. Шестилетний мальчик ответил: «*Спокойствие* — это свобода».

Семантические пространства *обида* и *стыда* часто у детей переплетаются, причем как у трехлетних, так и у шестилетних. Ядра этих пространств схожи, но различаются по вкладу компонентов. Ответов «не знаю» для *обида* — 17%, для *стыда* — 15%; «когда ругают» — *обида* — 19%, *стыд* — 5%; «когда хочешь плакать» — *обида* 7%, *стыд* 8% и т.д. В дошкольном возрасте дети начинают руководствоваться в своем поведении, в оценках, даваемых себе и другим людям, нравственными нормами. У них формируются моральные представления и способность к саморегуляции. Отсюда ответы: *стыд* — «...когда обманываешь» (12%), «...когда что-то ломаешь» (10%), «...когда плохо сделал, поступил» (8%), «...стыдно шарить в карманах, не слушаться» (2%), «...когда надо извиниться и признаться» (6%).

В семантических пространствах состояний этого блока выявлено много сквозных определений. Характерной особенностью являются более плотные ядерные образования по сравнению с состояниями высокого энергетического уровня и малое число определений на периферии семантических полей. Состояния среднего энергетического уровня детям менее понятны. Много ответов «не знаю», т.е. значения этих слов известны не всем. Дети младшего дошкольного возраста дают мало определений, часты ответы «не знаю». К более старшему возрасту появляются те же признаки, что и в других блоках — это физиологические процессы, образные определения с использованием всех частей речи. Семантические пространства увеличиваются за счет описаний, касающихся взаимоотношений с людьми, а также усвоенных моральных и нравственных норм поведения. В 6–7 лет добавляются описания, связанные с агрессивными действиями ребенка.

### Состояния низкого энергетического уровня

**Усталость.** Это состояние, в отличие от двух других в этой группе, дети описывают достаточно подробно. Ответы «не знаю» отсутствуют. Ядро состояния следующее: для 25% детей *усталость* — «это когда хочешь лечь спать», 19% — «когда много работаешь», 13% — «ноги болят, хочется посидеть». В семантическом пространстве много описаний физиологических реакций и психических процессов.

**Огорчение и печаль.** Семантические пространства этих состояний, так же как *обиды и стыда*, во многом перекликаются. Ядро составляют определения: «когда грустно»: *огорчение* — 17%, *печаль* — 31%; ответ «не знаю»: *огорчение* — 20%, *печаль* — 16%; «когда очень-очень плохо» — 10%. Причем ответы «не знаю» дают в основном трех- и четырехлетние дети, а ответы «когда грустно» — пяти- и шестилетние.

Описания детьми состояний этой группы примерно те же, что и для состояний среднего уровня энергетики. Дети младшего возраста часто отвечают «не знаю», в старшем возрасте семантические пространства расширяются за счет описания конкретных ситуаций и собственных действий. Появляются описания физиологических реакций, определения, касающиеся взаимоотношений с другими людьми, используются различные части речи. Единственное состояние, которое дети хорошо описывают — состояние *усталости*.

Итоговые количественные характеристики семантических пространств состояний разного уровня энергетики представлены в таблице 1.

**Таблица 1**  
Семантические пространства психических состояний  
разного энергетического уровня у дошкольников

Показатель	Высокий уровень энергетики			Средний уровень			Низкий уровень			Среднее
	Страх	Радость	Злость	Спокойствие	Стыд	Обида	Усталость	Огорчение	Печаль	
3–4 год	17	14	12	8	7	5	13	4	3	9
4–5 лет	19	14	12	13	6	9	12	7	9	11
5–6 лет	19	14	12	12	15	13	11	11	6	13
6–7 лет	29	25	28	19	21	24	24	25	24	24
Сумма	84	67	64	52	49	51	60	47	42	
Инд. опр.*	55	50	50	28	29	28	35	31	24	

\* Инд. опр. — единичные высказывания



Результаты, представленные в таблице 1, показывают, что от года к году происходит увеличение числа элементов в семантическом пространстве ребенка. В 3 года дети наиболее полно описывают *страх, радость, злость и усталость*, т.е. преимущественно состояния высокого энергетического уровня; в 4 года — состояние *страха*, в 5 лет — *страха*, в 6 лет — *страха и злости*. Практически всегда наиболее широкие семантические пространства характерны для состояний высокого уровня энергетики. Суммарные значения свидетельствуют о том же. Можно полагать, что доминирование переживаний состояний высокого уровня энергетики в ходе индивидуального развития обуславливает большую полноту семантических пространств этих состояний. Подтверждением тому — состояние *усталости* (низкий энергетический уровень), которое дети хорошо описывают вследствие частого его переживания, в отличие, например, от других состояний этой же группы.

Обратимся к отдельным составляющим ядерных образований психических состояний дошкольников и их изменениям. В 3–4 года ряд состояний, прежде всего, *радость и страх*, ассоциируются у детей с какими-то предметами, персонажами сказок, животными. Эти объекты входят в ядро семантических пространств, т.е. являются носителями основных качественных признаков состояния. Ребенок как бы «научается» состоянию, идентифицируя, соотнося себя с каким-либо внешним его носителем, соответствующим образом переживая его. В этом «внешнем носителе» в нерасчлененном, сконцентрированном виде собраны качественные основные признаки состояния. Воспринимая объект по поведенческим действиям и проявлениям в процессе идентификации и сопереживания ребенок научается распознавать собственные состояния, основные их проявления. Такая тенденция сохраняется в возрасте 4–5 лет, но уже в 5–6 и 6–7 лет она исчезает, опосредованность сменяется описанием собственных действий и эмоциональных переживаний. Эта закономерность характерна только для состояний высокого энергетического уровня.

Все другие состояния (среднего или низкого уровня) в 3–4 года описываются через «не знаю» или поведенческие действия, характерные, по мнению ребенка, для данного состояния. В 4–5 лет количество ответов «не знаю» уменьшается, заменяясь описанием поведенческих действий. В 5–6 лет «не знаю» в семантических ядрах практически не остается; они «насыщаются» поведенческими действиями, описаниями эмоциональных реакций, начинают встречаться описания физиологических реакций. В 6–7 лет практически все семантические пространства содержат в своих поясах поведенческие действия, мотивационные характеристики, физиологические и эмоциональные проявления. В динамике развития увеличивается число оперантов, входящих в семантические пояса: в 3–4 года — 39 значений, в 4–5 лет — 49, в 5–6 лет — 60, в 6–7 лет — 81 (суммарные значения).

### **Семантические пространства психических состояний младших школьников**

В возрастной и педагогической психологии младший школьный возраст занимает особое место: на этом этапе осваивается учебная деятельность, формируется произвольность психических функций, возникает рефлексия,



самоконтроль, а действия начинают соотноситься с внутренним планом. Такие достижения связаны с изменениями в потребностно-мотивационной сфере, развитием когнитивных процессов, обусловлены учебной деятельностью, особенностями социальной ситуации развития и др.

Изучение психических состояний младших школьников, проведенное нами совместно с Г.Н. Генинг (Прохоров, Генинг, 1998), позволило установить, что типичными для них психическими состояниями являются мотивационные, волевые, эмоциональные, интеллектуальные, психофизиологические состояния и состояния общения. Наибольшее количество переживаемых состояний характерно для учащихся 1 и 3 классов, что связано с изменением социальной ситуации развития и качественной перестройкой психологической организации. От 1 к 3 классу наблюдается общее уменьшение числа корреляций состояний с психическими процессами и свойствами, что свидетельствует о повышении устойчивости психологической организации младших школьников. В структуре взаимоотношений состояний с психическими процессами ведущими в течение всего периода младшего школьного возраста являются процессы восприятия и памяти, а из числа психологических свойств — самооценка. От 1 к 3 классу происходит перестройка в структуре ведущих свойств, влияющих на состояния.

Наши исследования показывают, что ядерными образованиями состояния *радость* являются положительные эмоциональные переживания, связанные с событиями, действиями и поведением, их оценкой. Семантическому пространству этого состояния в целом присуща эмоциональная окраска, проявляющаяся в бурной речевой и поведенческой реакциях на события. Мыслительная деятельность в этом состоянии в основном ситуативна и событийно обусловлена. Обнаружена высокая близость вербальных и невербальных ассоциаций.

*Страх*. В ядерное образование входят события и отрицательные эмоционально окрашенные переживания. Семантическое пространство страха характеризуется присутствием большего числа эмоциональных компонентов, отраженных в оценке ситуации, речевых проявлениях, поведенческих реакциях. В семантическое пространство также входят интеллектуальные и волевые составляющие, объединенные самоконтролем. Интеллектуальные компоненты состояния связаны с настоящим (ситуацией), мыслями о преодолении страха, а также с будущим.

*Тревога*. В ядерное образование входят эмоциональные переживания, а также поведенческие, волевые, ситуативные и мыслительные составляющие. Последние связаны с контролем будущих действий. Описания поведения включают как актуальные действия, так и попытки самоконтроля. Речевые компоненты семантического пространства отражают актуальную ситуацию, эмоциональные реакции и действия, направленные на разрядку.

Состояние *спокойствия* имеет позитивную окраску, как в ядре, так и в семантических слоях. В ядерное образование спокойствия входят эмоциональные и поведенческие составляющие. Речевой компонент семантического пространства эмоционально окрашен, мыслительные характеристики связаны с ситуацией. Интенсивность компонентов, представленных в семантическом пространстве, невысока, в отличие от других состояний.

Состояние *печали*. В ядерное образование входят отрицательные эмоциональные переживания, отсутствие общения и чувство одиночества. Ситуация также включена в ядерное образование. Выявлено множество ситуаций, способных вызвать печаль. Семантическое пространство *печали* наряду с эмоциональными компонентами включает в себя и волевые. Эмоциональные составляющие наиболее ярко отражены в речевой реакции на ситуацию. Волевые составляющие входят в поведенческие проявления: в стремление изменить ситуацию, проявляются в сознательном переключении деятельности, в создании положительных мыслительных образов. Интеллектуальная составляющая связана с мыслями о переживаемом состоянии, с будущим, частично ситуативна.

Ядерное образование *обиды* имеет многокомпонентное строение. В него включены ситуативно-поведенческие составляющие, собственные действия, эмоциональные и мотивационные компоненты. Мыслительные составляющие «привязаны» к ситуации, также как и поведенческие, эмоциональные и др. элементы. Самоконтроль недостаточно выражен.

Сравнение семантических пространств состояний противоположного знака: *печаль – радость, тревога – спокойствие* выявило содержание антонимичных пар в различных секторах данных состояний. Результаты позволили установить, что ряд семантических образований в слоях противоположных состояний связаны между собой посредством антонимов.

Сопоставление вербальных и невербальных секторов семантических пространств состояний выявило высокое подобие вербальной и визуальной семантики. В последнем случае отражается сформированная способность детей данного возраста к распознаванию состояний.

Обнаружены специфические проявления личностных смыслов в семантических пространствах — при сходстве ситуаций наблюдаются различия в переживании одного и того же состояния разными субъектами. Так, например, операнты, характеризующие ситуацию, связанную с *обидой*, все без исключения лежат в отрицательной плоскости.

### **Особенности семантических пространств психических состояний подростков и старшеклассников**

Подростковый возраст в психологическом отношении представляет собой уникальный период, связанный с перестройкой личности, быстрым переходом от «детскости» к «взрослости», появлением чувства взрослости, кризисом развития, резкими физиологическими изменениями, интеллектуализацией учебной деятельности, интенсивным умственным развитием, изменениями ведущей деятельности: от учебной к общению и т.д.

Старший школьный возраст, в свою очередь, характеризуется рядом специфических особенностей: это «открытие своего Я», своей неповторимости, непохожести, изменениями в связи с этим самооценки, углубленным анализом окружающего, самоанализом пережитого, романтической приподнятостью и мечтательностью, всплеском интеллектуальной активности, стремлением к обретению «сквозного смысла жизни», развитием саморегуляции и пр.

**Таблица 2**  
Количественные характеристики лексических составляющих состояний

Психические состояния															
Страх		Злость		Радость		Спокойст.		Лень		Жалость		Печаль		Усталость	
А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
П 16	30	13	39	21	24	9	34	11	19	9	18	12	25	22	10
С 12	42	23	40	26	26	18	36	20	19	9	19	16	31	12	35

П — подростки, С — старшеклассники, А — семантические слои, Б — индивидуальные высказывания.

Обратимся к результатам. В таблице 2 представлены количественные показатели лексических элементов, входящих в семантические слои состояний и периферию (индивидуальные значения).

Результаты, представленные в таблице 2, показывают, что от подросткового к старшему школьному возрасту увеличивается количество лексических элементов в семантическом пространстве состояний, причем эта закономерность характерна как для семантических слоев, так и для индивидуальных значений. Последние являются отражением уникального индивидуального опыта. Другая тенденция соотносит энергетический уровень состояния и величину семантического пространства. Зависимость в этом случае следующая: чем выше энергетический уровень состояния, тем больше лексических элементов употребляется для его выражения.

Анализ содержательной стороны семантических пространств состояний позволил обнаружить тенденцию к усложнению и изменению ядер семантических пространств старшеклассников по сравнению с подростками, сочетающуюся с включенностью интеллектуальных составляющих в семантические слои. Другая особенность связана с включенностью приемов и способов саморегуляции, входящих в семантические пространства наиболее «трудных» состояний. Для подростков это *страх и злость*, для старшеклассников — *страх и печаль*.

Установлены **половые различия** в семантических пространствах. Эти различия особенно выражены на периферии, где половые особенности юношей и девушек проявляют себя наиболее отчетливо. Что касается ядра, то здесь различия имеют в основном количественный характер, т.е. почти во всех состояниях девушки более единодушны в выборе слов для их описания.

### **Возрастные особенности семантических пространств психических состояний, дифференцированных по ведущей психологической составляющей**

Рассмотрим ядерные образования семантических пространств.

**Положительно окрашенные эмоциональные состояния (восторг и наслаждение).** В 13–14 лет ядром *наслаждения* являются эмоциональные, физиологические, мотивационные и, частично, поведенческие проявления. В 15–16 лет в ядро входят физиологические и эмоциональные характеристики. В 17–30

лет центральное образование опять становится сложным: в ядре, помимо эмоциональных и физиологических составляющих, появляются мотивационные и поведенческие характеристики. Таким образом, в 15–16 лет наблюдается уменьшение семантического пространства состояния, что, по-видимому, связано с изменением самосознания. Интересно отметить **половые различия**: ведущей ядерной составляющей *наслаждения* у женщин является физиологическая характеристика — «расслабленность», а у мужчин — эмоциональная — «радость», «довольство собой» и пр.

Состояние *восторга*. В подростковом возрасте ядро состояния включает в себя эмоциональные, поведенческие и мотивационные составляющие. У старшеклассников ведущими образованиями в ядре являются поведенческие, мотивационные, физиологические и эмоциональные характеристики. В 17–30 лет в ядро семантического пространства состояния *восторга* входят выраженные эмоциональные переживания радости, приподнятого настроения, а также мотивационные и поведенческие проявления. В целом, на протяжении всех возрастных периодов составляющие ядерного образования семантического пространства сохраняются, за исключением упоминаний о физиологических проявлениях, присущих подросткам. Наблюдается увеличение числа лексических элементов в ходе онтогенетического развития.

**Отрицательные эмоциональные состояния (ярость и тоска).** В 13–14 лет ядром *ярости* являются поведенческие, эмоциональные и мотивационные высказывания. Особенно выражены эти составляющие в старшем школьном возрасте, когда на передний план выдвигаются мотивационные высказывания агрессивного плана. В 17–30 лет ядром состояния *ярости* становятся поведенческие действия (вербальная и физическая агрессия) + эмоциональная составляющая (злость). Общая тенденция — уменьшение семантического пространства *ярости*, а также числа составляющих в ядре. Это связано, по-видимому, с уменьшением частоты актуализации этого состояния в процессе жизнедеятельности. Интересны **половые различия**: у мужчин: в семантическом пространстве доминируют мотивационные и эмоциональные характеристики, тогда как для представительниц женского пола типичны поведенческие и мотивационные высказывания.

Семантическое поле состояния *тоски* в 13–14 лет представлено мотивационными и эмоциональными высказываниями, в 15–16 лет — мотивационными, поведенческими и эмоциональными, в 17–30 лет в ядро «тоски» включаются эмоциональные («грусть») и интеллектуальные составляющие («уход в себя», «грустные воспоминания»). В ядро также входят мотивационные характеристики («апатия», «желание никого не видеть»), поведенческие («жалобы») и физиологические проявления («физическая слабость»). В целом, в онтогенезе семантическое пространство *тоски* увеличивается и усложняется: ядерное образование становится многокомпонентным, но более «размытым», менее выраженным, тогда как в подростковом возрасте оно имеет меньшее число составляющих, но они более выражены. Таким образом, налицо тенденция увеличения семантических пространств одних состояний и уменьшения других.

**Группа волевых состояний (лень\леность и борьба мотивов).** Состояние *лени\лености* в 13–14 лет включает в себя мотивационные («желание ничего не

делать») и физиологические («сонливость», «расслабленность») характеристики, в 15–16 лет составляющие те же, в 17–30 лет они становятся ядром *лени*. То есть в ходе онтогенеза состав ядра состояния не меняется, изменения касаются числа элементов, — их количество увеличивается. **Половые различия** не выражены. Аналогичная тенденция увеличения числа лексических элементов семантического пространства в онтогенезе характерна и для *борьбы мотивов*. В 13–14 лет в ядро состояния входят эмоциональные и интеллектуальные высказывания, в 15–16 — только эмоциональные, в 17–30 лет — эмоциональные, интеллектуальные, волевые и мотивационные лексические единицы, т.е. ядро семантического пространства состояния в ходе онтогенеза усложняется.

**Интеллектуальные состояния (вдохновение и сомнение).** В 13–14 лет ядром состояния *вдохновения* являются мотивационные и эмоциональные характеристики. В 15–16 лет мотивация творчества и стремление к высокому качеству также сочетается с эмоциональными высказываниями. В 17–30 лет ядро интеллектуального состояния *вдохновение* включает в себя физиологическую (энергетическую) — «прилив сил» и мотивационную составляющую, выражающуюся в творческой мотивации («стремление творить, что-то делать»), а также поведенческие характеристики. Другими словами, в онтогенезе происходит усложнение ядра семантического пространства *вдохновения*, а также увеличение числа лексических элементов пространства. Такая зависимость, по-видимому, связана с «востребованностью» *вдохновения* в процессе жизнедеятельности.

*Сомнение.* В 13–14 лет ядром *сомнения* являются интеллектуальные и волевые высказывания, в 15–16 — то же, в 17–30 лет в ядро состояния «*сомнение*» входят выбор принятия решения и выраженные эмоциональные переживания. Это эмоционально-интеллектуальное ядро. Общие закономерности онтогенеза семантического пространства данного состояния такие же, как и для *вдохновения*: увеличение семантического пространства и его усложнение в связи с повышением роли мышления в процессе развития субъекта.

**Психофизиологические состояния (утомление и бодрость).** В подростковом возрасте ядром *утомления* являются физиологические и мотивационные характеристики, в 15–16 лет — аналогичная картина. В ядерное образование *утомления* в 17–30 лет входят физиологические характеристики и соответствующая мотивация (стремление к отдыху), а также волевые составляющие. Налицо тенденция увеличения размерности семантического пространства в ходе возрастного развития и его усложнения. **Половые различия** практически не представлены.

Обратимся к *бодрости*. Общая направленность развития семантического пространства та же, что и в случае *утомления*. В 13–14 лет ядро состоит из физиологических характеристик («прилив сил»), в 15–16 — физиологических, мотивационных и эмоциональных, в 17–30 лет ядро бодрости составляют мотивационные (70% высказываний), физиологические и интеллектуально-творческие определения. В этом состоянии практически **отсутствуют различия между мужчинами и женщинами**.

**Состояния общения.** Семантическим ядром *ненависти* в 13–14 лет являются эмоциональные и мотивационные высказывания. В 15–16 лет — те же составляющие, в 17–30 ядро *ненависти* образуют эмоциональные составляющие

щие, а также агрессивные действия (поведение). От подросткового до зрелого возраста набор психологических составляющих ядра не меняется.

Рассмотрим лексические составляющие *симпатии*. Как показывают наши результаты, состояние *симпатии* в 13–14 лет однородно: в него входят мотивационные характеристики. В 15–16 лет в ядро семантического пространства помимо мотивационных включаются эмоциональные и коммуникативные характеристики. У взрослых ядерными образованиями *симпатии* являются поведенческие, коммуникативные, мотивационные и эмоциональные характеристики. Налицо тенденция повышения сложности семантического пространства в онтогенезе и усложнения ядерного образования.

### Динамика изменений семантических пространств психических состояний в «школьном возрасте»

Результаты исследований изменений семантических пространств состояний школьников представлены в таблице 3.

Как следует из представленных данных, в 1 классе у детей наиболее сформированным является представление о состоянии *радости*, а наименее сформированным — о состоянии *стыда*. Во 2 классе наиболее полными являются представления о *страхе и грусти*, а наименее полными — о состоянии *жалости*. 3 класс характеризуется наиболее сформированными семантическими полями состояний *злости, горя, страха, стыда*, а наименее представлены семантические пространства *обиды*. В подростковом возрасте наблюдается уменьшение семантических пространств, некая «яма» в осознании и рефлексии состояний, по сравнению с младшими школьниками и старшеклассниками подростки

Таблица 3

Величины семантических пространств состояний в «школьный период развития»

Показ	Радость	Грусть	Страх	Злость	Обида	Стыд	Горе	Жалость	Средн.
1 кл.	11	6	6	7	3	2	8	4	6
2 кл.	11	13	15	9	10	9	12	8	11
3 кл.	10	10	16	18	5	14	17	8	12
5 кл.	8	4	8	5	6	3	7	6	6
6 кл.	7	6	6	8	9	5	10	8	7
7 кл.	7	7	8	4	5	8	7	5	6
8 кл.	8	7	14	9	10	9	8	8	9
9 кл.	10	12	12	15	20	13	15	9	13
10 кл.	25	19	29	31	20	18	24	16	23
11 кл.	16	16	24	25	25	22	17	15	20
Средн.	14	13	17	16	14	13	16	11	

Примечание. Представлены значения, входящие в семантические поля состояний, за исключением единичных высказываний.



демонстрируют меньшие семантические поля. Исключение — семантическое поле состояния *страха* у учащихся 8-го класса. В старшем школьном возрасте семантические пространства опять расширяются. В 9 классе наибольшие семантические поля характерны для состояния *обиды*, а наименьшие — для *жалости*, в 10 классе наибольшие поля у *обиды*, *злости*, *страха*, а наименьшее — у *жалости*, подобная картина сохраняется и в 11 классе.

Получается интересная картина. Когда дети приходят в школу, то поле представления о *радости* у них превосходит все остальные. Ко второму году обучения интенсивно формируется семантическое пространство состояния *страха* (страх занимает 1 место). На третьем году обучения к *страху* добавляются *злость* и *горе*, а положительно окрашенные состояния смещаются на 5–6 места. Такая картина, по-видимому, связана с тем, что дети все реже испытывают положительно окрашенные эмоции, это отражается в полноте семантических пространств. В последующих классах хорошо «оформляется» комплекс семантических пространств, состоящий из состояний *страха*, *злости*, *горя*, особенно в старшем школьном возрасте. Наименее выражено семантическое пространство состояния *жалости*. Данная картина находит свое отражение и в средних значениях состояний. Можно полагать, что такая особенность формирования семантических пространств состояний в онтогенезе обусловлена как ситуациями учебной деятельности, так и спецификой воспитания в школе.

Интересен выявленный в исследованиях феномен «ямы» в величине семантических пространств подросткового возраста. Если увеличение семантических пространств у младших школьников в целом может быть объяснено развитием психических процессов, ростом произвольности, а у старшеклассников еще и ростом самосознания, «открытием себя», то уменьшение семантических пространств у подростков может быть связано со снижением рефлексии и осознания собственных состояний вследствие кризиса этого возраста, а также специфическим развитием интеллектуальных функций при переходе к мышлению в понятиях (по Л.С. Выготскому) — «от своеобразных интеллектуальных образований к истинным понятиям». Последнее сопровождается торможением осознания переживаний собственных психических состояний.

Другая особенность — резкий скачок в величинах семантических пространств между 9 и 10 классами. Возможно, эти изменения связаны с проблемой дальнейшего самоопределения и осознания не только собственной будущей жизни, но и самого себя, что невозможно без переживания соответствующих состояний.

Рассмотрим изменения семантических пространств неравновесных состояний в школьном возрасте. Взяты неравновесные состояния разного уровня энергетики: высокого уровня энергетики: *злость*, *страх*, *радость*; среднего уровня энергетики: *спокойствие*, *жалость*; низкого энергетического уровня: *усталость*, *лень* \ *леность*, *печаль*. Результаты исследования представлены в таблице 4.

Как следует из таблицы 4 (анализируются первые столбцы для каждой возрастной группы), в онтогенезе наблюдаются выраженные изменения семантических пространств: одни семантические пространства увеличиваются (*усталость*, *лень* \ *леность*, *печаль*, *спокойствие*, *злость*), другие уменьшаются



Таблица 4

Размерность семантических пространств неравновесных состояний

Показатели	Мл. школьники		Подростки		Ст. школьники	
Усталость	36	20	28	10	50	35
Лень\леность	24	13	31	19	38	19
Жалость	33	18	31	18	29	19
Спокойствие	36	24	46	34	54	36
Злость	54	32	51	39	61	40
Страх	57	39	47	30	56	42
Печаль	40	26	36	25	48	31
Радость	61	39	45	24	54	26

Примечание. Первый столбик в каждой возрастной группе отражает количественные характеристики семантических слоев состояний, второй — одиночных, оригинальных высказываний.

(*жалость, радость*), третьи практически неизменны (*страх*). Подобные результаты, на наш взгляд, обусловлены частотой переживания данных состояний и ситуациями жизнедеятельности (прежде всего, учебы), их вызывающими. В целом можно говорить о негативной тенденции: «отрицательный опыт» приводит к увеличению семантических пространств отрицательных состояний и уменьшению полей положительных состояний. Характерная особенность: в младшем школьном возрасте наибольшее число высказываний относится к *радости*, тогда как у подростков и старшеклассников — к *злости*, а наименьшее у младших школьников — к *лени\лености*, у подростков — к *лени* и *жалости*, у старшеклассников — к *жалости*.

Выявлены **половые различия**: девочки характеризуются более широкими семантическими пространствами по сравнению с мальчиками (в 2,5 раза больше).

Анализ результатов одиночных, неповторяющихся высказываний (вторые столбцы для каждой возрастной группы) показывает, что в онтогенезе наблюдается увеличение оригинальности высказываний (за исключением *радости* и *жалости*), свидетельствующее о неповторимости индивидуального опыта детей. В младшем школьном возрасте наибольшее число неповторимых высказываний характерно для семантических пространств состояний *радости* и *страха*, в подростковом — для *злости*, у старшеклассников — для состояний *страха* и *злости*. Наименьшее число оригинальных высказываний младших школьников относится к состоянию *лени*, подростков — к *усталости*, старшеклассников — к *лени* и *жалости*.

Нами предполагалось, что с возрастом будет поступательно улучшаться рефлексия, осознание состояний, речь детей станет более распространенной,

глубокой. Данные наших исследований показали, что семантика восьмилетних детей нередко находится на том же уровне, что у подростков и старшеклассников, а для некоторых состояний семантические пространства младших школьников шире аналогичных как у подростков, так и у старшеклассников. Например, при описании состояния *радости* 8-летние дают 61 высказывание, 14-летние — 45, старшеклассники — 54. Аналогичная картина характерна также для состояний *страха* и *жалости*. Это означает, что семантические пространства данных состояний у младших школьников богаче. Другая особенность — уменьшение семантических пространств состояний в подростковом возрасте. Полученные результаты иллюстрируются высказываниями Л.С. Выготского касательно мышления и речи: он писал, что развитие речи и мышления совершается непараллельно и неравномерно. Кривые их развития многократно сходятся и расходятся, пересекаются, выравниваются в отдельные периоды и идут параллельно, даже сливаются в отдельных своих частях, а затем разветвляются. Данная неравномерность и гетерохронность развития отражается соответствующим образом в осознании и рефлексии состояний.

### **Половые особенности семантических пространств психических состояний**

Сравнение особенностей семантических пространств состояний мужчин и женщин показало, что в содержательном плане ядра семантических пространств и околоядерные пояса гораздо «богаче» в женской группе: здесь встречается большее число деятельностных, эмоциональных, мотивационных, поведенческих и физиологических оперантов по сравнению с одной-двумя составляющими семантических пространств у мужчин.

Аналогичная картина была обнаружена при сравнении плотности семантических полей: в женской группе было выявлено большее число ассоциаций по сравнению с мужской. В мужской группе практически для всех состояний было получено равное количество ассоциаций. У девушек наибольшую плотность имеют семантические пространства эмоциональных состояний высокого энергетического уровня: *страх*, *злость* и *радость* (таблица 5). Наименее насыщены составляющими пространства *жалости* и *лени/лености* — как у юношей, так и у девушек.

Помимо того факта, что юноши и девушки переживают данные психические состояния с разной интенсивностью и активностью, были выявлены также различия в словесном выражении испытываемых состояний (данные представлены в процентном соотношении). Так, например, состояние *радости* девушками описывается более эмоционально, используемая лексика отражает интенсивность эмоциональных проявлений. Ядерное образование *радости* «насыщеннее», чем у юношей. Много объединяет девушек и юношей в описании состояния *гнева*. Все отмечают «прилив сил и энергии», но 65% девушек выражают свои чувства чаще в словесной форме, кричат, ругаются или могут направить «свою злость на двери, карандаши, бумагу, книги» и т.д., а молодые люди «машут кулаками, дерутся» (53%). При *страхе* половые различия стираются.

Таблица 5

Величины семантических пространств психических состояний у юношей и девушек

Психические состояния	Девушки	Юноши
Усталость	61	40
Лень	51	25
Жалость	56	20
Спокойствие	79	38
Злость	100	40
Страх	115	39
Печаль	65	39
Радость	104	43

Примечание. В эксперименте участвовало равное количество юношей и девушек.

Таким образом, в содержательном плане семантические пространства состояний у девушек богаче оперантами, чем у юношей. В ядерных образованиях различия в основном имеют количественный характер: девушки более единодушны в выборе слов для описания своих состояний; юноши сдержаннее в высказываниях, менее эмоциональны. Установлено, что чем ближе к периферии семантических пространств, тем отчетливее проявляются половые различия.

При изучении семантических пространств состояний, отличающихся между собой **по ведущей психологической составляющей**, было установлено, что при переживании **положительных** эмоциональных состояний девушки демонстрируют большее разнообразие мотивационных проявлений и поведенческих реакций: «желание ущипнуть, дергать, теревить, истерический смех со слезами» и т.д. Юноши описывают в большей степени физиологические реакции организма: «потею, весь горю, тело готово разорваться». Анализируя **отрицательно окрашенные** эмоциональные состояния, можно отметить, что у девушек превалирует желание обидеть, раздражение и «помутнение рассудка». А юноши склонны громить и ломать, кого-то ударить, отомстить. В частности, в состоянии *тоски* у девушек превалирует грусть, душевный дискомфорт, желание плакать и жаловаться. Для юношей же характерно желание остаться одному, сонливость и скука, а также молчаливость. Что касается волевых состояний, то у девушек с возрастом заметно снижается страх перед принятием решения, поэтому при *борьбе мотивов* девушки начинают «взвешивать все плюсы и минусы». Это состояние дискомфортно, вызывает раздражение. Юноши, как следует из полученных нами результатов, предпочитают решать проблемы самостоятельно. Высказывания девушек относительно состояний интеллектуальной группы отличаются большей эмоциональностью, и наблюдается стремление

к действиям. Для юношей характерно желание успеть сделать то, что необходимо, для девушек — желание сделать это оригинальнее, интереснее, по-другому. При рассмотрении состояния *сомнения* девушки указывают на глубокий анализ ситуации и раздумье, а у юношей преобладает неуверенность в себе, тревога и нерешительность. Характерными особенностями семантического пространства психофизиологического состояния *устомления* у девушек являются сонливость, апатия, усталость, стремление отстраниться от всех и расслабиться, раздражение, усиление/понижение аппетита. У юношей кроме сонливости, «перегруженного мозга», бессилия и озлобленности очень часто встречается желание заняться любимым делом и молчаливость. В состоянии *бодрости* девушки настолько возбуждены, что «бросаются на шею», «хочется всех расцеловать», отмечают у себя авантюризм, желание общаться, мечтают изменить себя. Юноши, кроме прилива сил, который также характерен и для девушек, стремятся разрядиться через занятие спортом. При описании состояний, возникающих в процессе общения, например, *симпатии*, как юноши, так и девушки указывают, что хотят больше общаться с симпатичным им человеком, расположить его к себе. Девушки при этом в семантическом пространстве дают описание своей внешности и поведения, а юноши доказывают свою симпатию на деле.

Обобщив все вышеописанные результаты, нельзя сделать однозначного вывода о большой разнице в семантических пространствах мужчин и женщин. В обеих группах преобладают составляющие эмоционального и поведенческого характера. Но высказывания женщин эмоциональнее, импульсивнее, направлены в большей степени на оценку окружающих, а у мужчин они чаще связаны с деятельностью. По-видимому, поведение представителей обоих полов и их высказывания во многом зависят от представлений и ожиданий касательно поведения мужчин и женщин, существующих в социальной среде, их воспитавшей. Проведенное нами исследование также выявило большую близость в высказываниях мужчин и женщин, особенно относительно равновесных состояний и состояний низкого энергетического уровня.

Результаты сравнения количественного состава семантических пространств состояний представлены в таблице 6.

Результаты, представленные в таблице 6, показывают, что семантическое пространство женщин характеризуется значительно большим числом составляющих, особенно для состояний высокого энергетического уровня, тогда как у мужчин наблюдается относительно равное количество высказываний для всех состояний.

В исследовании установлено, что плотность и объем семантических пространств у женщин больше, чем у мужчин, особенно в случае психических состояний высокого энергетического уровня. Для мужчин характерно равное количество высказываний для всех состояний. Ядерные образования мужчин и женщин одинаковы, различия характерны только для периферии семантических пространств: они касаются количества и содержания высказываний, особенно в сфере поведения. Высказывания женщин эмоционально насыщеннее высказываний мужчин. В семантических пространствах состояний мужчин и женщин преобладают составляющие эмоционального, поведенческого и мо-

**Таблица 6**

Количество высказываний мужчин и женщин при описании психических состояний  
(число мужчин и женщин равное)

Состояния	Муж.	Жен.
Радость	253	693
Восторг	206	697
Влюбленность	220	648
Беспомощность	180	557
Лень	227	540
Тоска	221	565
Жалость	223	613
Замешательство	214	538
Спокойствие	213	662
Злоба	231	677
Гнев	205	626
Возмущение	175	571

тивационного характера. Семантические пространства женщин богаче в содержательном плане. Выявлено существенное сходство высказываний мужчин и женщин по поводу относительно равновесных состояний и состояний низкого уровня психической активности.

## 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Осознание состояний в дошкольном возрасте опосредуется предметами, сказочными образами, реальными образами взрослых и их поведением. В процессе идентификации и сопереживания осуществляется «научение» состоянию, которое в дальнейшем в ходе онтогенеза проявляется в описании собственных действий, поведения, физиологических реакций и переживаний. Процесс осознания состояний опосредуется их интенсивностью: раньше начинают осознаваться состояния высокого энергетического уровня, связанные с высоким уровнем психической активности детей, в силу меньшей интенсивности осознание состояний среднего и низкого энергетического уровней начинается несколько позднее. Общая закономерность такова: те состояния, которые чаще актуализируются в процессе деятельности ребенка и более интенсивно переживаются, лучше и осознаются. Семантические

пространства психических состояний содержат в себе в качестве основного образования поведенческие характеристики, к которым на более поздних этапах присоединяются физиологические, эмоциональные, мотивационные и другие составляющие. Поступательно увеличивается объем семантических пространств с возрастом.

2. Семантические пространства состояний младших школьников включают образования, отражающие особенности этого возраста: учебную деятельность и ее ситуации, произвольность, попытки саморегуляции состояний и изменения ситуаций, а также управление интеллектуальной и поведенческой сферами. Другая особенность — контекстность ситуаций в семантических пространствах и их «вплетенность» в ядерные образования состояний, а также в секторы семантических пространств мышления, поведения, речи и др. Последнее является отражением «недостаточной свободы» от ситуации детей этой возрастной группы. Выявлены различия между состояниями разного уровня энергетики: состояния с относительно низким уровнем (*обида, печаль*) имеют несколько более сложное семантическое пространство по сравнению с состояниями высокого энергетического уровня (*страх, радость*).

3. Подростковый и старший школьный возраст характеризуются как количественными, так и качественными изменениями семантических пространств психических состояний по сравнению с младшими школьниками. Эти изменения выражаются в увеличении числа элементов, входящих в семантические пространства, а также в усилении интеллектуальной составляющей и в устойчивом постоянстве значений, отражающих саморегуляцию переживаемых состояний. Выявлены половые различия, выражающиеся в большей плотности и размерности семантических пространств у девушек по сравнению с юношами. Установлены зависимости между семантическими пространствами и энергетическими уровнями состояний: большему энергетическому уровню соответствуют большие размеры семантических полей.

4. В ходе онтогенеза изменяются семантические пространства психических состояний: происходит увеличение их размера (числа лексических элементов) и усложнение ядерных, центральных образований. Последнее проявляется в повышении диффузности ядра — уменьшении величины совпадающих высказываний (зон перекрытия) при одновременном увеличении их количества. Основная тенденция — интеллектуализация ядерных образований в онтогенезе. При этом качество состояний сохраняется. Такая «неизменность» качества состояния является свидетельством тому, что состояния могут классифицироваться по ведущей психологической составляющей. В то же время есть основания считать, что такая классификация является довольно упрощенной, так как уже в подростковом возрасте ядерные образования состояний не однородны. Обнаружены состояния, изменения семантических пространств которых не подчиняются выявленной закономерности: интенсивность ядерных образований и величина семантических пространств данных состояний в онтогенезе снижаются (например, состояние *ярости*) либо семантические пространства остаются неизменными (например, состояние *лени* \ *лености*). Такие особенности, на наш взгляд, обусловлены социальными факторами и спецификой индивидуального развития.

5. При общей тенденции поступательного увеличения размерности семантических пространств состояний наблюдается гетерохронность и неравномерность этого процесса, что связано с формированием рефлексии и осознанием понятия «состояние» в ходе индивидуального развития. Выявлено выраженное уменьшение числа составляющих семантических пространств в подростковом возрасте, что, по-видимому, связано со спадом в развитии осознанности и рефлексии, обусловленным подростковым кризисом. Установлена зависимость формирования семантических пространств состояний от ситуаций обучения и воспитания в школе. Обнаружено, что частота переживаний состояний определенного знака приводит к изменению семантических пространств этих состояний.

6. Установлено, что плотность и объем семантических пространств психических состояний высокого энергетического уровня у женщин больше, чем у мужчин. Выявлена высокая идентичность семантических пространств мужчин и женщин в группе равновесных состояний и состояний низкого энергетического уровня. Для мужчин характерно равное количество высказываний при описании всех состояний. Семантические пространства женщин богаче в содержательном плане и эмоционально насыщеннее.

## ЛИТЕРАТУРА

- Выготский Л.С.* Мышление и речь. Л., 1934.
- Выготский Л.С.* Собрание сочинений. Т. 4. М., 1984.
- Леонтьев А.Н.* Деятельность. Сознание. Личность. М., 1975.
- Леонтьев А.Н.* Избранные психологические произведения. М., 1983.
- Леонтьев А.А.* Психологическая структура значения. М., 1971.
- Петренко В.Ф.* Психосемантика сознания. М., 1988.
- Петренко В.Ф.* Психосемантический подход к исследованию сознания и личности // Психологическое обозрение. 1996. № 2 (3). С. 12–17.
- Петренко В.Ф., Стенина И.И.* Методы исследования когнитивной сложности социальной перцепции у ребенка // Семья и формирование личности. М., 1981. С. 73–805.
- Прохоров А.О., Генинг Г.Н.* Особенности психических состояний младших школьников в учебной деятельности // Вопросы психологии. 1998. № 4. С. 42–54.
- Супрун А.Е., Клименко А.П., Титова Л.Н.* Тестовые реминисценции в ассоциативном эксперименте // Материалы V Всесоюзного симпозиума по психолингвистике и теории коммуникации. М., 1975. С. 57–64.



# ОБОБЩЕНИЕ, УМОЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО АНАЛОГИИ И ДРУГИЕ КОГНИТИВНЫЕ СПОСОБНОСТИ ВРАНОВЫХ ПТИЦ<sup>\*</sup>

*З.А. Зорина, А.А. Смирнова*

Изучение элементарного мышления и других видов когнитивной деятельности животных составляет одну из актуальных проблем и эволюционной биологии, и эволюционной психологии. Это обусловлено представлением о том, что зачатки мышления у современных животных могут отражать эволюционную предысторию мышления человека, и их можно рассматривать как единственный источник данных для реконструкции процесса возникновения и развития этой когнитивной функции на ранних этапах антропогенеза. Это представление постепенно становится все более общепринятым, но нельзя не отметить, что оно формировалось в борьбе с идеей о том, что между психикой человека и психикой даже наиболее высоко организованных современных животных лежит непроходимая пропасть. Временами эта точка зрения была господствующей и официальной, так что еще в 1950–1960-е годы попытки исследовать эти процессы у животных выходили за рамки основных направлений и физиологии, и психологии, воспринимались как диссидентство, и их в лучшем случае терпели. Даже такие авторитеты, как Н.Н. Ладыгина-Котс или Л.В. Крушинский, каждый по-своему развивавшие представления о наличии у животных «элементарного мышления» (они оба употребляли именно этот термин), стояли особняком среди современников. С тех пор ситуация радикальным образом изменилась, и сегодня можно считать, что благодаря обширным экспериментальным данным признана реальность феномена наличия высших форм когнитивной деятельности у ряда представителей позвоночных, хотя прежние противоречия время от времени еще дают о себе знать. Цель статьи — дать краткий очерк истории формирования современных представлений об этой стороне поведения и психики животных и показать, каким спектром когнитивных способностей наделены высшие представители класса птиц.

---

<sup>\*</sup> Работа поддержана грантами РФФИ № 01-04-290, 04-04-48445, 07-04-01287 и др.

Когнитивная деятельность животных — пограничная область исследований, к которым причастны как психологи, так и физиологи, а в последние десятилетия и этологи (когнитивная этология). Это влечет за собой неизбежные расхождения в терминологии, в используемом понятийном аппарате, иногда приводит к взаимному непониманию. Однако эти трудности вполне преодолимы, и одна из задач данной статьи — уточнение терминов. В порядке этого уточнения и определения более узкой темы отметим, что, говоря о высших когнитивных функциях животных, мы имеем в виду элементы мышления в разнообразных формах, включая способность к решению элементарных логических задач («инсайт»), к обобщению, абстрагированию, символизации и усвоению антропоидами аналогов человеческого языка, способность к операциям логического вывода, а также некоторые проявления сознания (самоузнавание и «модель психического» — theory of mind).

В название статьи мы вынесли слова «экспериментальный подход», подчеркивая тем самым, что речь будет идти только о точных лабораторных исследованиях, а также о хорошо проверенных, верифицированных наблюдениях в природе и в неволе.

Мы попытаемся очень кратко изложить историю формирования когнитивного подхода к анализу поведения и на этой основе рассмотрим некоторые изученные нами аспекты проблемы мышления животных, поскольку это та основа, которая позволяет анализировать остальные, более сложные когнитивные функции, такие, например, как язык и сознание.

При анализе проблемы мышления животных мы опирались на классические представления об этой важнейшей психической функции. В силу многоплановости этого феномена существует много его определений. Мы исходим из того, что в самой общей форме мышление — это опосредованное и обобщенное отражение действительности, дающее знание о наиболее существенных свойствах, связях и отношениях объективного мира, в основе которого лежит произвольное оперирование образами. Н.Н. Данилова (2004) уточняет, что это «процесс познавательной деятельности, при котором субъект оперирует различными видами обобщений, включая образы, понятия и категории, составляющие внутреннюю картину его мира». Вместе с тем, большинство авторов (Ладыгина-Котс, 1965; Крушинский, 1977/1986; Тихомиров, 1984; Лурия, 1973; Келер, 1930; Byrne, 1998; Rumbaugh et al., 2000 и мн. др.) указывают на значение способности к решению задач в новой ситуации, на то, что «мышление — это всегда отыскание и открытие существенно нового» (Брушлинский, 2003).

В целях разработки методов сравнительного экспериментального анализа элементарного мышления животных весьма конструктивным представляется нам определение, данное А.Р. Лурией. Оно позволяет более точно отграничить его от других типов деятельности. Согласно Лурии, «акт мышления возникает только тогда, когда у субъекта существует соответствующий мотив, делающий задачу актуальной, а решение ее **необходимым**, и когда субъект оказывается в ситуации, относительно выхода из которой у него **нет готового решения** — привычного (т.е. приобретенного в процессе обучения) или врожденного» (Лурия, 1973, с. 310). Иными словами, речь идет об актах поведения, программа

выполнения которых создается экстренно в соответствии с условиями задачи. Это определение можно рассматривать как «рабочее», как своего рода критерий при создании тестов для животных и при «диагностике» спонтанных проявлений мышления в их повседневном поведении.

Обобщая приведенные определения, можно заключить, что для того, чтобы показать, существуют ли у животных какие-то проявления мышления, нужны исследования в двух направлениях:

1. Оценка их способности к решению новых задач в новых, экстренно возникших ситуациях, для выхода из которых у них нет «готового решения».

2. Оценка способности к обобщению, абстрагированию, умозаключениям, усвоению символов и др. сложным когнитивным функциям.

Вместе с тем укажем, что сравнительное исследование зачатков мышления у животных позволит найти ответы на два вопроса:

1. Каковы высшие формы мышления, доступные животным, и какой степени сходства с мышлением человека они могут достигать? Ответу на этот вопрос способствует в первую очередь изучение психики антропоидов, в том числе методом обучения их языкам-посредникам.

2. На каких этапах филогенеза возникли первые, наиболее простые зачатки мышления и насколько широко они представлены у современных животных?

### **Краткая история формирования «когнитивного подхода» к анализу поведения и психики животных**

Проблема познавательной деятельности животных имеет почти вековую историю экспериментального изучения. В своих работах на птицах мы опирались на классические представления о когнитивных процессах у животных, существующие в отечественной и мировой науке.

Представление о том, что у животных имеются какие-то формы поведения, которые можно рассматривать как предшественников мышления человека, впервые четко сформулировал Дарвин, считавший, что у животных есть инстинкты, ассоциации и «способность к рассуждению» — reasoning. Обсуждая этот вопрос в «Происхождении человека», он подчеркивал, что **«разница между психикой человека и высших животных, как бы она ни была велика, это, конечно, разница в степени, а не в качестве»** (Дарвин, 1896, с. 155). Признание и экспериментальное доказательство наличия у животных мышления имело для Дарвина принципиальное значение при решении вопроса о происхождении человека. Сходное мнение высказывали впоследствии и другие эволюционисты, например, А.Н. Северцов, а также классики отечественной психологии (Л.С. Выготский, А. Н. Леонтьев) и физиологии (И.П. Павлов, Л.О. Орбели, В. Я. Данилевский), а в 1910–1920-е годы были получены первые экспериментальные доказательства этих предположений в работах Н.Н. Ладыгиной-Котс и В. Келера.

Появление самого термина «познавательная деятельность» в отечественной науке тесно связано с именем Н.Н. Ладыгиной-Котс. Ее работы положили начало экспериментальному исследованию этой формы психики еще в 1910-е годы. Она первой начала изучать поведение и психику приматов и в 1923 г. опубликовала основополагающую монографию «Познавательная деятельность

шимпанзе», которая не утратила своего значения и до настоящего времени. Наряду с описанием особенностей восприятия, обучения и памяти у подростка шимпанзе Иони она первой в мире обнаружила и исследовала его способность к обобщению и абстрагированию и тем самым доказала наличие у животных зачатков мышления. Созданный ею метод обучения «выбору на образец» в течение всего XX в. использовался и продолжает использоваться во всем мире. Часть наших данных, представленных в этой статье, также получена с помощью этого метода, модифицированного нами для работы с птицами.

Н.Н. Ладыгина-Котс была одним из создателей Дарвиновского музея, 100-летие которого было отмечено в 2007 г. В начале 1920-х годов она основала при музее Зоопсихологическую лабораторию и провела в ней ряд сравнительных исследований мышления у собак, макак, попугаев, воронов и др. Она продолжала изучать мышление животных на протяжении всей жизни и в своих многочисленных книгах (1923, 1935, 1959, 1965) доказывала наличие у них предпосылок человеческого мышления. Возвращаясь к вопросу о терминах, следует подчеркнуть, что она употребляла именно слово «мышление». Так, в одной из работ она писала, что при рассмотрении высших когнитивных функций животных «следует отбрасывать все обычно взаимно перемешиваемые понятия, такие как ум, разум, рассудок, и заменять их термином “мышление”, подразумевая под этим последним только логическое, самостоятельное мышление, сопровождающееся процессами абстрагирования, образованием понятий, суждений, умозаключений» (Ладыгина-Котс, 1925, с. 10). Далее мы покажем, что именно эти процессы находились в сфере внимания и интенсивного изучения на протяжении последних 30 лет и по настоящее время.

Особое место в творчестве Ладыгиной-Котс занимает монография «Дитя шимпанзе и дитя человека в их инстинктах, эмоциях, играх, привычках и выразительных движениях»\* (1935). Значение этой книги для сравнительного анализа онтогенеза шимпанзе и ребенка общеизвестно. Нам хотелось бы обратить внимание на приведенную в конце этой работы подробную таблицу, где обширные сравнительные данные систематизированы в соответствии с четкой классификацией. Н.Н. Ладыгина-Котс проанализировала 51 «черту поведения» и разделила их на VIII категорий. В таблице имеются три столбца: «Черты поведения, свойственные исключительно или по преимуществу шимпанзе», «Сходные черты поведения у шимпанзе и у сверстника-человека», «Черты поведения специфично или преимущественно человеческие». Такая организация материала позволила провести его четкий сравнительный анализ.

Опыт воспитания детенышей антропоидов в человеческих семьях был повторен рядом психологов (К. Хейс и К. Хейс, Л. Келлог и У. Келлог, Р. Йеркс) и принес массу важных результатов. Особое развитие он получил в проектах по обучению обезьян простым незвуковым аналогам человеческой речи (языкам-посредникам). Благодаря длительности наблюдений (несколько десятилетий) и содержанию обезьян в более сложной и полноценной, чем

\* В 2001 г. английский перевод этой книги был издан в США под редакцией и с предисловием ведущего американского приматолога Ф. де Ваала.

в предшествующих исследованиях, социальной среде (мать, сверстники, шимпанзе разных возрастов, а также многочисленные воспитатели-люди) удалось не только доказать способность шимпанзе (и других антропоидов) овладевать этими языками на уровне 2–2,5-летних детей, но продолжить и углубить экскурс в психику антропоидов (подробнее см.: Зорина, Смирнова, 2006).

В последние годы жизни Н.Н. Ладыгина-Котс готовила монографию «Предпосылки человеческого мышления», опубликованную уже после ее кончины (1965).

Ее ученики К.Э. Фабри и С.Л. Новоселова плодотворно разрабатывали ряд аспектов когнитивной деятельности животных. Отметим хотя бы вклад С.Л. Новоселовой (2001) в изучение проблемы «ранних» форм мышления, включая сравнительный анализ формирования «обобщенного способа действия» у детей, антропоидов и низших обезьян.

Практически к тому же периоду относятся и работы В. Келера. Благодаря его опытам на о. Тенериф (1914–1920 гг.) появляется представление об «инсайте» (озарении, проникновении в суть задачи). По выражению В. Келера, «...эксперименты, при помощи которых мы испытывали животных, ставили последних перед вполне **актуальной данной ситуацией**, в которой также и решение могло быть **тотчас же актуально** выполнено» (Келер, 1930, с. 226). Иными словами, он первым применил в эксперименте задачи, для которых, согласно определению Лурии, у животного не было «готового» решения.

В процессе опытов В. Келер впервые обнаружил, что шимпанзе используют орудия в кормовом, оборонительном, гигиеническом и игровом поведении; что они способны также к конструктивным действиям — к «подгонке» орудий. Анализируя поведение обезьян в процессе решения задач, он пришел к выводу, что «**разумное решение** в этой интеллектуальной сфере необходимо зависит от характера структуры данного оптического поля постольку, поскольку оно должно протекать в форме динамических, направленных процессов **сообразно данной структуре**» (Келер, 1930, с. 226). Он впервые описал некоторые операции, обеспечивающие «разумное решение» задач с помощью орудий. Из его наблюдений следовало, что в основе решения лежит именно способность «произвольно оперировать образами» согласно приведенному выше определению, оценивать пространственные характеристики задачи (расстояние до банана), **мысленно представлять конечный результат и** составлять программу решения. Последнее вытекает из описанной им способности шимпанзе решать задачи разными способами, включая манипулирование самим экспериментатором.

Второе важнейшее свойство, отмеченное В. Келером, — это способность заранее оценивать пространственные параметры задачи — какое расстояние надо преодолеть с помощью орудия. Эту способность представлять свойства орудия, необходимого для решения каждого типа использованных им задач, отметил позднее и Л.А. Фирсов (см.: Фирсов, Чиженков, 2003).

О том, что антропоиды заранее определяют, какими свойствами должно обладать орудие, необходимое для решения той или иной задачи, свидетельствуют 650 опытов Н.Н. Ладыгиной-Котс (1959) с шимпанзе Парисом, который каждый раз обрабатывал данную ему заготовку так, чтобы ею можно было вытолкнуть приманку из узкой трубки.

Анализируя решение этих и сходных задач, Ладыгина-Котс (1959) указывает на ряд градаций в характере мыслительных операций, которые при этом совершаются — от оперирования непосредственными зрительными ощущениями (все в пределах «оптического поля» — задачи В. Келера) к необходимости оперировать следовым образом структуры задачи, хранящимся в памяти.

На основании полученных результатов В. Келер пришел к выводу, что «мы находим у шимпанзе разумное поведение того же самого рода, что и у человека. Разумные действия шимпанзе не всегда имеют внешнее сходство с действиями человека, но самый тип разумного поведения может быть у них установлен с достоверностью при соответственно выбранных для исследования условиях» (Келер, 1930, с. 232).

Эта работа имела огромный резонанс. Р. Йеркс — основоположник американской приматологии — повторил опыты Келера и многие эксперименты Ладыгиной-Котс и пришел к заключению, что «...результаты экспериментальных исследований подтверждают рабочую гипотезу, согласно которой научение у шимпанзе связано с иными процессами, нежели подкрепление и торможение. ... Можно предполагать, что в скором времени эти процессы будут рассматриваться как предшественники символического мышления человека» (Yerkes, 1943, p. 189).

Работы В. Келера подвергались (и до сих пор продолжают подвергаться) также и критике, его трактовки вызвали многочисленные возражения. Между тем, если проанализировать его взгляды непредвзято, то оказывается, что он выделил и описал все те операции, обеспечивающие принятие решения (инсайт), которые впоследствии многократно наблюдали и подтверждали другие авторы.

Как уже упоминалось, он подчеркивал, что шимпанзе как бы оценивают расстояние до приманки в каждом конкретном случае, что они могут решать одну и ту же задачу разными способами. Наконец, именно он описал «двухфазные» и более сложные последовательности действий обезьян, которые подготавливали возможность достижения цели с помощью орудия. Позднее А.Н. Леонтьев (1981) рассматривал наличие «подготовительных действий» в «двухфазной» деятельности как главный критерий достижения стадии интеллекта в эволюции психики.

В 1920–1930-е годы в центре внимания находились исследования когнитивной деятельности приматов. Однако параллельно предпринимались и попытки более широких сравнительных исследований. Так, Э. Толмен, основоположник необихевиоризма — когнитивного подхода к анализу поведения, изучая поведение крыс в лабиринте, пришел к убеждению, «животное приобретает знания (cognition) обо всех деталях ситуации, не совершая при этом никаких действий (проб и ошибок). Эти знания организуются и хранятся таким образом, чтобы их можно было использовать, когда они понадобятся» (Толмен, 1997, с. 180). В результате у находящегося в лабиринте животного образуется его «мысленный план», или «когнитивная карта» («cognitive map»), которая способствует обучению. В настоящее время изучение пространственного поведения животных — одно из мощных направлений в мировой биологии и нейробиологии.



В нашей стране Н.Н. Ладыгина-Котс была не единственным исследователем когнитивных процессов у животных. Кратко упомяну, что огромный вклад в развитие когнитивной науки внес И.С. Бериташвили, который практически одновременно с Толменом на рубеже 1920–1930-х годов пришел к заключению, что у животных наряду с условно-рефлекторной деятельностью есть «поведение, направляемое образом», или «психонервным процессом представления». Одна из последних его работ, опубликованных посмерно в начале 1980-х годов, посвящена «Рассудочной психонервной деятельности» (подробнее см.: Натишвили, 1987).

Нельзя не упомянуть также выполненные в конце 1930-х годов работы прусского психолога О. Келера (Koehler, 1956), коллеги и единомышленника К. Лоренца, который исследовал мышление («thinking without words» по его терминологии) у разных видов птиц, используя в качестве модели один из видов «счета» — способность различать число элементов и узнавать определенное их число в множествах разной природы. Он показал, что способность к обобщению есть не только у млекопитающих, но и у птиц, причем она достигает уровня довербальных понятий. По мнению О. Келера, это подтверждает гипотезу, что развитая способность к обобщению явилась основой возникновения речи человека в процессе эволюции. Он писал: «Не появление языка привело к появлению способности к абстракции, а наоборот, язык формировался на базе развития способности к образованию понятий. По мере того, как элементы довербального мышления, оказавшиеся полезными для вида, получали свои имена (символы), происходило становление языка человека» (Koehler, 1956, p. 85).

Возвращаясь к работам на приматах, можно отметить, что помимо Р. Йеркса опыты В. Келера повторяли и другие исследователи, дополняя их собственными методиками. Не составил исключения и И.П. Павлов (1949), который сначала принял работу В. Келера в штыки. Тем не менее, он попытался ее повторить, проверить, а потом и развить новыми экспериментами, в которых обезьянам предлагалось гасить огонь, преграждающий доступ к приманке. Благодаря этому в самые последние годы своей жизни, анализируя орудийную деятельность шимпанзе, он пришел к выводу о том, что у животных существуют «зачатки того конкретного мышления, которым мы орудуем» и которые выходят за рамки условно-рефлекторной деятельности.

Эти его взгляды получили подтверждение и развитие в работах Л.А. Фирсова — ученика Л.А. Орбели, который начал с изучения условно-рефлекторной деятельности приматов, а затем развивал представления И.П. Павлова о наличии у них более высоких уровней ВНД.

Л.А. Фирсов внес фундаментальный вклад в изучение когнитивных способностей животных, который еще не получил должной оценки. К числу сделанных им открытий относится, в частности, сравнительное исследование способности к обобщению и абстрагированию у млекопитающих, в ходе которого он идентифицировал высший уровень обобщения — протопонятия (довербальные понятия), характерный для приматов и не обнаруженный у хищников (Фирсов, 1972, 1977, 1987, 1993, 2003 и др.). Тем самым была экспериментально подтверждена гипотеза Л.А. Орбели (1949) о наличии у современных антропоидов зачатков сигнальной системы переходного типа. Наряду с этим при сравнительном исследовании орудийной деятельности он



подтвердил наличие выявленных В. Келером операций и продемонстрировал способность шимпанзе к планированию действий и прогнозированию их результата. Многообразие способов «тушения огня» при повторении опытов П.К. Денисова, Э.Г. Вацуро и М.П. Штодина, проведенных еще при участии И.П. Павлова, позволило ему вслед за самим И.П. Павловым отнести поведение шимпанзе к той категории, которую «условным рефлексом не назовешь» и которую Павлов относил к категории «конкретного мышления». Сам Л.А. Фирсов не прибегал к такой терминологии. Он говорил о «пластичных формах поведения», но указывал, что это синоним термина Л.В. Крушинского — рассудочная деятельность (Фирсов, 2006). Данные Фирсова о структуре орудийной деятельности находили подтверждение в работах современных ему этологов, проводившихся в естественной среде обитания животных (McGrew, 1992). Особенно убедительные доказательства они получили в последние десятилетия XX в., по мере накопления длительных наблюдений этологов за природными популяциями, а также благодаря изучению поведения так называемых «говорящих обезьян», которых обучали языкам-посредникам (Гудолл, 1992; McGrew, 1992; de Waal, 2001).

Л.А. Фирсов был не единственным физиологом ВНД, занимавшимся изучением когнитивных процессов у животных. В конце 1950-х годов к этой проблеме обратился Л.В. Крушинский. Глубокое знание приспособительного поведения многих видов в природе привело его к заключению о наличии у животных элементов «рассудка». Он называл их рассудочной деятельностью (РД), подразумевая под этим «способность животных улавливать простейшие эмпирические законы, связывающие предметы и явления окружающей среды, и возможность оперировать этими законами при построении программ поведения в новых ситуациях» (Крушинский, 1986, с. 27). Опираясь на свои наблюдения за охотничьим и апортировочным поведением собак, он разработал несколько задач, которые называл «элементарными логическими», поскольку они могли быть решены на основе анализа их условий при первом же предъявлении.

В те времена, да и позднее, термин «когнитивный» не был в ходу у физиологов ВНД, и сам Л.В. Крушинский никогда его не употреблял. Однако разработанные им задачи, по своей сути, представляли собой когнитивные тесты, поскольку для их решения требовалось оперирование образом исчезнувшей приманки, т.е. **представлениями о** свойствах движущихся предметов, о «неисчезаемости», «вмещаемости» и «перемещаемости» объемных фигур. Он говорил об «эмпирических законах», с которыми животное сталкивается в повседневной жизни, и которые соответствуют стадиям сенсомоторного развития по Пиаже (1969).

Этот факт отметила Н.Н. Ладыгина-Котс, которая привлекла внимание к значению этих работ для понимания природы когнитивной деятельности у животных. В одном из своих интервью в 1958 г., после самых первых двух публикаций Л.В. Крушинского об открытых им экстраполяционных «рефлексах» у животных, она указывала: «Новый тип рефлексов, изучаемый Л.В. Крушинским, дает возможность определить механизмы, лежащие в основе удержания следов памяти раздражителя, т.е. появления у животных “представлений”. Последние являются той базой, на которой формируется процесс мышления животных и их способность к “предусмотрительным действиям”» (цит. по: Крушинская, 2006, с. 324). Например, для решения задачи на экстраполяцию требовалось мысленно

оперировать **представлением** об исчезнувшей из поля зрения приманке и **представить** себе траекторию ее движения на скрытом участке.

Ту же природу — **мысленное сопоставление образа** исчезнувшей приманки и геометрических свойств предложенных для выбора фигур — имела другая задача, разработанная Л.В. Крушинским, — задача на оперирование эмпирической размерностью фигур (ОЭРФ). Как и задача на экстраполяцию, она также появилась в результате его наблюдений за собаками и полевых экспериментов с ними (Крушинский, 1968, 2006). Б.А. Дашевский (1972) в последствии модифицировал ее для лабораторных экспериментов с животными разных видов.

В результате почти 20-летних исследований в созданной им лаборатории Л.В. Крушинским были сформулированы следующие основные положения о рассудочной деятельности (мышлении) животных:

1. РД существует не только у антропоидов, но и у ряда видов рептилий, птиц и млекопитающих.

2. В пределах классов птиц и млекопитающих существует ряд параллельных градаций по степени развития РД.

3. Степень развития РД вида коррелирует с уровнем структурно-функциональной организации его мозга.

4. Способность к обучению и способность к решению элементарных логических задач различаются по своей природе. Они имеют разное морфофизиологическое и нейрохимическое обеспечение и, по-видимому, контролируются разными системами генов.

5. Чем выше уровень организации мозга, тем больше типов элементарных логических задач могут решать животные.

6. Способность к РД появляется на существенно более поздних этапах онтогенеза, чем способность к обучению.

7. Особая приспособительная роль зачатков мышления животных состоит в «обеспечении адаптивной реакции уже при первой встрече с новой ситуацией».

На основе этих данных Л.В. Крушинский сформулировал гипотезу о «биологических основах рассудочной деятельности» (1986), многие положения которой опередили свое время, но постепенно получают подтверждение в современных нейробиологических исследованиях.

После кончины Л.В. Крушинского лаборатория продолжила исследования физиолого-генетических основ РД (И.И. Полетаева, М.Г. Плескачева). Одно из направлений работы — расширение характеристики спектра когнитивных способностей животных (Зорина, 2005; Зорина и др., 2001; 2006).

К сожалению, отечественные исследования мышления животных, бывшие столь продуктивными и достаточно обширными до середины 1980-х годов, в настоящее время ограничиваются нашей лабораторией физиологии и генетики биологического факультета МГУ. Они находятся в русле мировых исследований, бурный расцвет которых на Западе начался в конце 1960-х годов и продолжается по сей день. Важную роль в развитии этих исследований сыграл ряд симпозиумов конца 1970-х — начала 1980-х годов, например, «Human mind — animal mind» (1982), а также «Animal cognition» (1984), на которых проблемы когнитивной деятельности животных, включая наиболее сложные

ее формы, впервые получили достаточно широкое освещение и обсуждение. В конце 1990-х годов симпозиум «Evolution of cognition» (2000), проведенный в Вене в институте К. Лоренца, подвел итоги первого столетия экспериментального исследования когнитивной деятельности животных\*.

К настоящему времени мы располагаем многочисленными сравнительными данными о способности разных видов позвоночных к «инсайту», обобщению, умозаключениям, символизации на модели «счета» и т.д. В этой связи нельзя не упомянуть о работе ряда крупных зарубежных психологов, на протяжении десятилетий изучавших мышление и другие когнитивные процессы у животных. К их числу можно отнести, например, Д. Примэка, который одним из первых обучил шимпанзе языку-посреднику; анализировал роль образных и абстрактных представлений в психике животных; предложил методики изучения операций логического вывода — транзитивного заключения и умозаключения по аналогии. Наконец, его статья «Does the ape have a theory of mind?» (Premack, Woodruff, 1978) дала начало одному из важнейших направлений в современных исследованиях психики шимпанзе — поиску элементов сознания.

Не менее фундаментальный вклад в изучение когнитивной деятельности животных внес американский психолог Д. Рамбо (Rumbaugh, Pate, 1984; Rumbaugh et al., 2000) — основатель центра изучения языка в Атланте. На его счету многолетние сравнительные исследования формирования установки на обучение у разных групп приматов, изучение способности приматов к «счету» — восприятию и обобщению количественных и числовых параметров стимулов — и ряд других исследований. Наибольшую известность получили его «языковые проекты» — обучение шимпанзе и бонобо созданному им языку «йеркиш». Благодаря его работам в сотрудничестве с С. Сэвидж-Рамбо удалось показать, что при воспитании в адекватных условиях современные антропоиды способны овладевать простым аналогом человеческого языка на уровне 2-летних детей, включая понимание звучащей речи (Savage-Rumbaugh et al., 1993; Savage-Rumbaugh, Lewin, 1994).

На этом мы завершим краткий обзор основных вех изучения когнитивных процессов у животных, точнее говоря, изучения мышления, так как мы практически не касались других аспектов (памяти, social cognition, сознания, предпосылок возникновения человеческого языка и др.). В этих работах заложен фундамент представлений о наличии у животных элементарного мышления и его сравнительных характеристиках. Эти представления получают все новые подтверждения и развитие в современных работах, в том числе и в исследованиях когнитивных способностей птиц.

## **Экспериментальное изучение когнитивных способностей птиц**

Изучение когнитивных способностей птиц как животных, не относящихся не только к приматам, но и вообще к млекопитающим, — это подход к анализу эволюционных истоков мышления и сознания, позволяющий выявить наиболее универсальные его свойства, возникающие на разных путях филогенеза.

---

\* Указан год публикации материалов симпозиумов.

Оно относится к актуальным задачам сравнительной психологии и физиологии, поскольку микро- и макроструктура мозга птиц существенно отличаются от таковой млекопитающих (отсутствие новой коры, преобладание цитоархитектоники ядерного типа). Врановые птицы, как и попугаи — удачный объект для таких исследований, поскольку они характеризуются наиболее продвинутыми показателями развития мозга по сравнению с остальными птицами.

Всестороннее изучение когнитивных способностей врановых — одно из условий раскрытия механизмов экологической пластичности поведения, которая составляет отличительную черту этого семейства и которая всесторонне охарактеризована орнитологами и экологами. Еще в 1950–1980-е годы в работах ряда исследователей было показано, что эти птицы обладают достаточно широким спектром когнитивных способностей — высоким уровнем развития как сложных форм обучения, так и элементарного мышления (Крушинский, 1986; Koehler, 1956; Kamil, 1988; Wilson et al., 1985, и др.). Особенно важно, что уже в 1980-е годы выяснилось, что по решению ряда тестов врановые превосходят хищных млекопитающих и приближаются к уровню приматов. В этой связи в начале 1990-х годов наступила очередь выявления **верхней границы когнитивных способностей**, которой врановые и попугаи могут достигать, и уточнения меры их сходства с высшими млекопитающими по наиболее сложным формам психики.

При выборе соответствующих этой задаче тестов мы обратились к уже упомянутому определению мышления по Н.Н. Ладыгиной-Котс (1925, с. 10), согласно которым у животных нужно искать «логическое, самостоятельное мышление, сопровождающееся процессами абстрагирования, образованием понятий, суждений, умозаключений».

К началу наших экспериментов было установлено, что у животных имеется способность к тем же когнитивным операциям, что лежат в основе мышления человека. Важнейшая из них — обобщение (мысленное объединение предметов и явлений по общим для них существенным признакам). Как и способность к экстраполяции, она была обнаружена у многих представителей птиц, млекопитающих и даже у рептилий. Иными словами, это достаточно универсальная операция, хотя разным видам она присуща в разной степени. Выделяют два основных уровня обобщения (Ладыгина-Котс, 1923; Фирсов, 1993; Herrnstein, 1990; Koehler, 1956; Mackintosh, 1988; 2000): допонятийный и протопонятийный. Наиболее универсален допонятийный уровень, который проявляется в способности к обобщению отдельных признаков и переносу реакции на новые стимулы той же категории. Он обнаружен даже у животных со столь примитивным мозгом и ограниченными способностями, как голуби. Второй, более высокий уровень — протопонятийный, или уровень довербальных понятий. Он проявляется в способности животных перенести правило выбора по образцу, сформированное для стимулов одной категории («выбери сходный по цвету»), на стимулы другой категории («выбери сходный по форме, или по числу элементов, или по величине»). Этот уровень обобщения характеризуется формированием так называемых «довербальных понятий» («сходство», «больше, чем», «отличие» и т.п. — термин Л.А. Фирсова). Он обнаружен у приматов (Ладыгина-Котс, 1923; Фирсов, Чиженов, 2003), прежде всего, человекообразных.

К началу наших исследований уже имелся ряд данных о том, что врановые птицы обладают развитой способностью к обобщению, вплоть до уровня формирования довербальных понятий. Так, в уже упоминавшихся работах О. Келлера (Koehler, 1956) было показано, что попугаи и вороны обобщают признак «число» (при различении множеств, содержащих  $5 \pm 2$  элемента) и переносят это обобщение на множества новых категорий — зрительные и звуковые стимулы, а также на число действий, которое птица должна совершить. Сходные данные были получены в лаборатории Н. Макинтоша Уилсоном и другими сотрудниками (Mackintosh, 1988, 2000; Wilson et al., 1985). Им удалось обнаружить, что врановые способны не только научиться выбирать цветовые стимулы по сходству с образцом, но и переносить обобщенное правило выбора на стимулы другой категории — разные типы штриховки. Таким образом, в работах этих авторов было показано, что достигнутый врановыми уровень обобщения отвечал критерию довербальных понятий «число» и «сходство». Они свидетельствовали также о принципиальном превосходстве врановых над голубями, которым формирование довербальных понятий недоступно.

Для расширения характеристики способности ворон к протопонятийному уровню обобщения мы обратились к изучению их способности обобщать относительный признак «больше по числу элементов». При изучении способности ворон к обобщению относительных и отвлеченных признаков мы использовали традиционную модель «счет», т.е. оценивали их способность оперировать количественными параметрами стимулов. Как известно (Koehler, 1956; Davis, Perusse, 1988), сопоставление множеств по величине (relative numerosness judgment) составляет одну из двух доступных животным форм количественных оценок (numerical competence), тогда как «истинный счет» с помощью числительных — прерогатива человека.

Предпосылкой для этой серии опытов послужили наши данные о способности ворон спонтанно оценивать количественные параметры зрительных стимулов и предпочитать больший. Так, мы обнаружили, что при одновременном предъявлении двух кормушек, содержащих разное число личинок мучного хрущака (от 1 до 12), вороны в достоверном большинстве случаев выбирают большее множество (Зорина, Смирнова, 1994), хотя съесть они могут любое, независимо от сделанного выбора. В этих опытах впервые было показано, что вороны (как и некоторые воробьиные, в частности, мухоловки-пеструшки [Дерим-Оглу, Егорова, 1982]) могут различать множества, содержащие больше, чем  $5 \pm 2$  элемента, как это было принято считать ранее (Davis, Perusse, 1988). Эти данные были подтверждены нами и на другой модели. Оказалось, что вороны и голуби запоминают число единиц подкрепления, полученных из открываемых ими кормушек разных цветов, и в новой ситуации (предъявление закрытых кормушек парами в разных комбинациях) в достоверном большинстве случаев выбирают тот цвет, с которым было связано большее по числу единиц подкрепление (Зорина и др., 1991).

Полученные данные о способности ворон к столь тонкой перцептивной оценке множеств требовали проверки в более формализованном эксперименте. Поэтому изучение их способности к обобщению относительного признака «больше по числу элементов» происходило на основе методики

дифференцировочного обучения. Птицам предъявляли две кормушки, накрытые карточками — стимулами для выбора, на которых было изображено разное число элементов (небольших геометрических фигур), и всегда подкрепляли выбор стимула с изображением большего числа элементов. При обучении использовали пары множеств из диапазона 1–12. За 200 сочетаний вороны успешно усвоили правило выбора и смогли перенести его не только на новые стимулы в уже знакомом диапазоне 1–12, но и на стимулы в диапазоне 12–25. Таким образом, у ворон была обнаружена не только способность к тонкой перцептивной оценке достаточно больших множеств, но и к обобщению относительного признака «больше по числу элементов». Кроме того, специально организованный тест, в котором большее множество могло иметь как большую, так и меньшую суммарную площадь элементов, показал, что вороны усвоили правило выбора большего множества именно по числу элементов, а не по всей совокупности количественных признаков (Зорина, Смирнова, 1995, 1996). Позже нами было показано, что ворон, обученный выбору большего множества по сходной методике, успешно перенес усвоенное правило выбора на стимулы другой категории — изображения одиночных фигур разной площади. Таким образом, он продемонстрировал формирование довербального понятия «больше вообще» (Зорина и др., 2006), что свидетельствует о способности врановых к протопонятийному уровню обобщения (формированию довербальных понятий), которая обнаружена у приматов и недоступна хищным млекопитающим (Фирсов, Чиженков, 2003).

Способность ворон к обобщению другого относительного признака — «сходство» — мы анализировали методом выбора по образцу. При этом на разных этапах эксперимента мы оценивали как способность ворон к выявлению сходства по конкретным или абсолютным признакам (идентичность всех или одного из физических признаков — цвета, формы, числа элементов и т.д.), так и их способность выявлять сходство по абстрактному признаку — по соответствию в структуре многокомпонентных стимулов (сходство по аналогии).

Птицам предъявляли две кормушки, накрытые карточками (стимулами для выбора), между которыми помещали стимул-образец. Корм всегда помещали в кормушку, накрытую карточкой, идентичной или соответствующей образцу. После длительного обучения (несколько тысяч предъявлений) с тремя базовыми наборами стимулов (черные и белые карточки; изображения цифр 1 и 2; изображения одного и двух геометрических элементов разной формы и цвета) некоторые вороны усвоили правило выбора той из двух карточек, накрывающих кормушки, которая соответствовала помещенной в центре карточке-образцу. Тесты с использованием новых стимулов уже знакомых категорий (признаки для сравнения — окраска, конфигурация линий и число элементов) показали, что вороны усвоили действительно отвлеченное от конкретных стимулов (использованных при обучении) правило выбора по сходству с образцом. Кроме того, вороны успешно применили это правило и к стимулам совершенно новых категорий (признаки для сравнения — типы штриховки или размер фигур, вне зависимости от их формы), продемонстрировав тем самым **протопонятийный уровень обобщения по признаку «сходство» (т.е. оперирование довербальным понятием о сходстве).**



Для того чтобы выяснить, способны ли вороны обнаруживать сходство по наиболее абстрактному признаку — аналогии соотношений в структуре двух-компонентных стимулов — были проведены тесты, в которых каждый стимул представлял собой изображение двух геометрических фигур. При этом образец соответствовал одному из стимулов для выбора либо по аналогичному соотношению размеров фигур вне зависимости от их формы, либо по аналогичному соотношению формы фигур вне зависимости от их цвета, либо по аналогичному соотношению цвета фигур вне зависимости от их формы. Вороны успешно справились с этой задачей. Они оказались способны экстренно выявить сходство по аналогии соотношений в структуре подобных двухкомпонентных стимулов.

Способность к выполнению такой операции можно считать показателем наиболее высокого уровня обобщения и абстрагирования. Ранее было известно, что сходство по аналогии способны выявлять антропоиды — шимпанзе, гориллы, орангутанги (Gillan et al., 1981; Premack, Premack, 2003; Thompson et al., 1997; Vonk, 2003). Недавно появились данные о том, что не только антропоиды, но и павианы способны решать подобные экспериментальные задачи (Bovet, Vauclair, 2001; Fagot et al., 2001). Однако в отличие от антропоидов и ворон, спонтанно воспринимающих сходство по аналогии соотношений, павианам требовалось для этого длительное обучение — порядка 15 тысяч предъявлений. Существуют данные, что у детей подобная способность развивается к пяти годам (Thompson, 1995), в то время как у трехлетних она еще не развита (Bovet et al., 2005). **Таким образом, эти данные свидетельствуют не только о наличии у ворон столь сложной когнитивной функции, но и о сходстве их способностей с антропоидами, а не с низшими обезьянами.**

Формирование у ворон довербального понятия «соответствие» позволило подойти к изучению зачатков еще одной, может быть, наиболее сложной когнитивной функции — способности использовать символы (т.е. способности к символизации), которая составляет основу вербального мышления и речи человека. Символизация — это процесс установления тождества (эквивалентности) между нейтральными знаками (например, цифрами) и соответствующими предметами, действиями, а также обобщениями разного уровня, включая довербальные понятия. Это позволяет животным связывать сформированные ими обобщения с ранее нейтральными для них стимулами и далее оперировать ими как символами в полном отрыве от обозначаемых предметов, действий и обобщений. Способность животных к символизации была доказана разными способами. Один из них связан с экспериментами в условиях лаборатории и касается, прежде всего, способности человекообразных обезьян маркировать множества с помощью символов и совершать с ними некоторые простейшие арифметические операции (Рамбо, Биран, 2000; Boysen, 1993; Brannan, Terrace 2000). Высшие представители класса птиц — попугаи (Pepperberg, 1999) в сходных экспериментах достигают уровня приматов по способности к маркировке множеств с помощью символов и оперированию ими.

При исследовании способности ворон к символизации (Смирнова и др., 2002) мы использовали метод выбора по образцу. При этом, в отличие от других аналогичных работ, мы не прибегали к специальной выработке ассоциативной связи между символами и соответствующими множествами, а создавали условия,



в которых птицы (ранее обученные отвлеченному правилу выбора по сходству с образцом) могли бы сами обнаружить это соответствие на основе дополнительной информации, полученной в специальных демонстрационных сериях. В этих сериях образец принадлежал к той же категории, что и соответствующий стимул для выбора, т.е. птицам предъявляли задачу, для успешного решения которой достаточно было использовать ранее усвоенное правило выбора по образцу: «видишь цифру — выбирай такую же»; «видишь изображение множества — выбирай изображение множества с тем же числом элементов». Мы назвали эти серии демонстрационными, потому что птице как бы «демонстрировали» связь между стимулами и величиной подкрепления: при правильном выборе ворона получала число личинок, соответствующее числу элементов в графическом множестве или цифре, изображенным на выбранном ею стимуле. В тестовых сериях образец и оба стимула для выбора впервые принадлежали к разным категориям: если образцом была цифра, то оба стимула для выбора были множествами, и наоборот.

Оказалось, что все вороны успешно справились с этой задачей. Несмотря на отсутствие явного сходства между образцом и «правильным» стимулом, они выбирали множество, соответствующее цифре, и наоборот. Предполагается, что птицы могли достичь такого результата за счет сопоставления полученной в демонстрационных сериях информации о числе единиц подкрепления, соответствующем каждому стимулу, и последующего транзитивного заключения: «Если под цифрой 2 всегда лежат две личинки, и под изображением множества из двух элементов всегда лежат две личинки, то эти цифра и множество соответствуют друг другу».

С помощью аналогичных экспериментов нам удалось показать, что вороны способны оперировать усвоенными цифрами, т.е. выполнять с ними комбинаторную операцию, аналогичную арифметическому сложению. Благодаря предыдущим сериям птицы обладали информацией о том, что каждому конкретному графическому множеству и каждой цифре соответствует определенное число личинок, и что определенные цифры и графические множества соответствуют друг другу. В новой демонстрационной серии использовали только изображения множеств. При этом птицы получали дополнительную информацию о том, что под карточкой с «разделенным» графическим множеством (использовали стимул, разделенный диагональной линией на две части) находится соответствующим образом разделенное количество личинок (использовали кормушку с перегородкой, разделяющей ее на две равные части). В тесте использовали только цифры: если образцом было изображение одной цифры, то стимулами для выбора служили «разделенные» карточки с изображениями двух цифр (и наоборот). При этом сумма цифр на одной из них соответствовала значению цифры на образце. Вороны успешно справились с этой задачей с первых же ее предъявлений. Для этого они, по всей видимости, должны были сделать мысленное заключение об эквивалентности друг другу отдельных цифр и соответствующих комбинаций двух цифр. Аналогичные способности ранее были выявлены в основном у приматов (Boysen, 1993; Boysen et al., 1996; Olthof et al., 1997).

Таким образом, **полученные данные продемонстрировали способность ворон к некоторым формам символизации.** Птицы смогли спонтанно (с первых же предъявлений) установить тождество множеств и цифр и далее

отвлеченно (в отсутствие обозначаемых ими множеств) оперировать цифрами — выполнять операцию, аналогичную арифметическому сложению цифр. Таким образом, вороны, возможно, способны сохранять информацию о числовых параметрах стимулов не только в форме образных представлений (*imaginal representations*), но и в некой отвлеченной и обобщенной форме (*abstracted representations*, Фирсов, 1993; Premack, 1983) и связывать это отвлеченное представление с ранее нейтральными для них знаками — арабскими цифрами.

### Операции логического вывода: транзитивное заключение

На следующем этапе мы исследовали способность ворон и голубей к операциям логического вывода (Gillan et al., 1981), т.е. к получению новой информации на основе уже имеющейся путем мысленного сопоставления ранее полученных сведений. Такие операции относятся к базовым когнитивным функциям, и их изучение необходимо для полной характеристики рассудочной деятельности той или иной таксономической группы.

Одной из операций логического вывода является транзитивное заключение. Транзитивным называют отношение  $R$ , если оно, попарно связывая стимулы  $b$  и  $c$ ,  $c$  и  $d$ , с необходимостью связывает также стимулы  $b$  и  $d$ . Стимулы, связанные такими отношениями, образуют транзитивный ряд:  $bRcRd$ . Таким образом, если субъект способен из двух предпосылок  $bRc$  и  $cRd$  сделать вывод, что  $bRd$ , то говорят, что он способен к транзитивному заключению (ТЗ). Примерами транзитивных отношений могут служить такие, как «больше, чем» (например, если  $b > c$  и  $c > d$ , то  $b > d$ ), «дальше, чем», «ярче, чем» и т.д. Способность к ТЗ, по мнению многих известных приматологов (Altmann, 1962; de Waal, 2001; Kummer, 1982 и др.), играет важную роль в организации социального поведения, в частности, в установлении иерархии в сообществах. Например, если обезьяна видит, что субъект В подчиняется субъекту А, а она сама подчиняется субъекту В, то без дополнительного выяснения отношений может заключить, что она подчиняется субъекту А.

Способность к решению теста на транзитивное заключение была обнаружена у многих животных, в том числе и у птиц (von Fersen et al., 1991; Siemann et al., 1996). Существовали предварительные данные и о способности к ТЗ серых ворон (Зорина и др., 1995). Кроме того, именно ассоциативная транзитивность (если  $a=b$  и  $b=c$ , то  $a=c$ ) была вероятным механизмом установления соответствия между цифрами и разными типами множеств (изображениями элементов на стимулах и личинками в кормушке). Тем не менее, механизмы, за счет которых осуществляется решение теста на транзитивное заключение, до сих пор неясны. Ряд исследователей считает, что это форма когнитивной деятельности, которая осуществляется за счет мысленного сравнения положения стимулов в транзитивном ряду (Davis, 1992; Boysen et al., 1993 и др.). Другие склоняются к тому, что механизм решения имеет ассоциативную природу, и выбор в тесте осуществляется за счет различий в вероятности подкрепления стимулов во время предшествующего обучения (Wynne, 1995; Siemann, Delius, 1998). Целью нашей работы было выяснить, способны ли серые вороны решить тест на ТЗ, и если да, то за счет каких механизмов. Для этого все стимулы должны были

обладать общим, непрерывно изменяющимся признаком, с помощью которого они могли быть организованы в транзитивную серию, и, кроме того, выбор правильного стимула в тесте не мог быть объяснен на основе более высокой вероятности его подкрепления в ходе обучения.

Для создания транзитивного ряда мы вырабатывали у четырех ворон систему дифференцировок цветовых стимулов со сменой их сигнального значения: A+B-, B+C-, C+D-, D+E-. При этом в первой части работы — классическом тесте на транзитивное заключение — стимулы были связаны между собой транзитивным отношением «больше/меньше» (Gillan et al., 1981). Обучение проводили в экспериментальной клетке, в которую вдвигали поднос с прикрепленными к нему кормушками. Кормушки были накрыты крышками разного цвета, причем подкрепление в каждой паре стимулов всегда помещали под крышку одного и того же цвета. Особенность предложенной нами модификации методики состоит в том, что, переворачивая крышку, птица видела на обратной ее стороне круг такого же цвета. На обратной стороне крышки второй («неподкрепляемой») кормушки был круг другого диаметра, но того же цвета. Чтобы исключить возможность влияния на выбор предпочтения того или иного цвета, птиц разбили на две группы: для двух птиц подкрепляемый стимул всегда имел на внутренней стороне круг большего диаметра, а для двух других — меньшего.

Сначала птиц обучили четырем дифференцировкам — A+B-, B+C-, C+D-, D+E-. А в тесте чередовали предъявления четырех уже знакомых пар стимулов и одной новой, состоящей из стимулов, которые в ходе обучения вместе никогда не встречались — В и D. Чтобы исключить возможность дополнительного обучения в ходе самого теста, стимулы новой пары либо оба подкреплялись, либо оба не подкреплялись.

Для ответа на вопрос о механизме решения теста на транзитивное заключение (ассоциативном или когнитивном) необходимо было исключить возможность выбора на основе сравнения относительной вероятности подкрепления стимулов. Для этого перед проведением теста производили подсчет числа подкреплений и неподкреплений стимулов В и D на всех стадиях. Если отношение числа подкреплений к числу неподкреплений было больше для стимула В, то с такой птицей проводили дополнительную серию предъявлений, в которой частота предъявления каждой из пар стимулов была подобрана таким образом, чтобы отношение числа подкреплений к числу неподкреплений для стимула D («неправильного») стало в 1,5–2 раза выше, чем для стимула В («правильного»). Таким образом, если бы в незнакомой паре стимулов ВD птицы предпочитали выбирать чаще подкрепляемый, то они выбирали бы стимул D. Если же птицы действительно осуществляли транзитивное заключение, то выбирали бы в подавляющем большинстве случаев стимул В. Все четыре птицы в достоверном большинстве случаев выбирали стимул В, что соответствует предположению об их способности к транзитивному заключению. Следует еще раз подчеркнуть, что в момент выбора, как при обучении, так и в тесте, птицы могли руководствоваться только цветом стимула. Они не имели возможности непосредственно сопоставить диаметры кругов, так как видели их только после осуществления выбора. **Таким образом, вороны, по-видимому, осуществляли**

**выбор именно на основе хранящейся в памяти информации об упорядоченной последовательности стимулов** (Lazareva et al., 2004).

В дополнительном эксперименте мы выясняли, насколько наличие транзитивного отношения между стимулами необходимо для решения теста на транзитивное заключение. Методика его проведения в целом совпадала с описанной ранее, однако диаметр всех кругов на обратных сторонах карточек был одинаков, так что транзитивное отношение по признаку больше/меньше отсутствовало. Перед тестом также проводили дополнительную серию предъявлений, в результате которой отношение числа подкреплений к числу неподкреплений стимула В («правильного») стало ниже, чем у стимула D («неправильного»). При этом три из четырех птиц выбирали оба стимула на случайном уровне, а четвертая предпочитала «неправильный» стимул D, вероятность подкрепления которого была выше.

Таким образом, если транзитивное отношение отсутствовало, птицы выбирали стимулы в тесте на случайном уровне или предпочитали стимул с более высоким отношением числа подкреплений к числу неподкреплений. При наличии транзитивного отношения в тесте птицы выбирали «правильный» стимул В, даже если отношение числа подкреплений к числу неподкреплений у него было ниже, чем у стимула D. **Следовательно, при решении теста на транзитивное заключение вороны действительно используют информацию об отношении между стимулами в транзитивном ряду** (Зорина и др., 2000; Lazareva et al., 2004).

## Заключение

Приведенный нами материал позволяет заключить, что врановые птицы, подобно другой группе наиболее высоко организованных птиц — попугаям (Pepperberg, 1999), обладают широким спектром когнитивных способностей и успешно решают практически все наиболее сложные тесты. По всем показателям врановые превосходят голубей — птиц с наиболее примитивно организованным мозгом. Сравнение с млекопитающими показывает, что по большинству сложных тестов врановые превосходят хищных животных (Зорина, 2005) и достигают уровня приматов, в том числе человекообразных.

Представленные данные подтверждают мнение, что в основе экстраординарной пластичности приспособительного поведения врановых лежит широкий спектр высокоразвитых когнитивных способностей, включая и такие, как заключение по аналогии и оперирование символами.

## ЛИТЕРАТУРА

- Брушлинский А.В. Субъект: мышление, учение, воображение. М.-Воронеж: Изд-во НПО «МОДЭК», 2003. 408 с.
- Гудолл Дж. Шимпанзе в природе: поведение. М.: Мир, 1992.
- Данилова Н.Н. Психофизиология. М.: Аспект Пресс, 2004.
- Дарвин Ч. Происхождение человека и половой подбор // Сочинения. Т. 2. Спб., 1896.

- Дашевский Б.А. Решение обезьянами задач, требующих оперирования эмпирической размерностью фигур // ДАН СССР. 1972. Т. 204. № 2. С. 496–498.
- Дерим-Оглу Е.Н., Егорова Г.В. Экспериментальное исследование способности к распознаванию числа стимулов у птиц (на примере мухоловки-пеструшки — *Muscicapa hypoleuca*) // Зоологический журнал. 1982. Т. LXI. Вып. 10. С. 1543–1548.
- Зорина З.А., Калинина Т.С., Майорова М.Е. и др. Относительные количественные оценки у ворон и голубей при экстренном сопоставлении стимулов, ранее связанных с разными количествами подкрепления // Журн. высш. нерв. деят. 1991. Т. 41. № 2. С. 306–313.
- Зорина З.А., Калинина Т.С., Маркина Н.В. Транзитивное заключение у птиц: решение теста Гиллана врановыми и голубями // Журн. высш. нерв. деят. 1995. Т. 45. № 4. С. 716–722.
- Зорина З.А., Смирнова А.А. Количественная оценка серой вороной множеств, состоящих из 15–25 элементов // Журн. высш. нерв. деят. 1996. Т. 46. № 2. С. 298–301.
- Зорина З.А., Смирнова А.А. Относительные количественные оценки у голубей и ворон: спонтанный выбор большего пищевого множества // Журн. высш. нерв. деят. 1994. Т. 44. № 3. С. 618–621.
- Зорина З.А. Мышление животных: эксперименты в лаборатории и наблюдения в природе // Зоологический журнал. 2005. Т. 84. № 1. С. 134–149.
- Зорина З.А. Элементарное мышление птиц и млекопитающих: экспериментальные исследования // Язык в океане языков. Новосибирск: Сиб. хронограф, 1993. С. 160–172.
- Зорина З.А., Смирнова А.А. Количественные оценки у серых ворон: обобщение по относительному признаку «большее множество» // Журн. высш. нерв. деят. 1995. Т. 45. № 3. С. 490–499.
- Зорина З.А., Смирнова А.А., Лазарева О.Ф. Умеют ли вороны «считать»? // Природа. 2001. № 2. С. 72–79.
- Зорина З.А., Смирнова А.А. О чем рассказали «говорящие» обезьяны. М.: Языки славянских культур, 2006.
- Зорина З.А., Смирнова А.А., Плескачева М.Г., Дубынина Е.В. Новое в исследованиях мозга и высшей нервной деятельности врановых птиц (2002–2005) // Экология врановых птиц в условиях естественных и антропогенных ландшафтов России. Труды Всероссийской научной конференции по изучению врановых птиц. Казань: Новое знание, 2006. С. 16–43.
- Келер В. Исследование интеллекта человекоподобных обезьян. М.: Комакадемия, 1930.
- Крушинская Н.Л. Биография моего отца // Крушинский Л.В. Записки московского биолога: Загадки поведения животных. М.: Языки славянских культур, 2006.
- Крушинский Л.В. Есть ли разум у животных? // Природа. 1968. № 8. С. 2–15.
- Крушинский Л.В. Биологические основы рассудочной деятельности. М.: Изд-во МГУ, 1977/1986.
- Крушинский Л.В. Записки московского биолога: Загадки поведения животных. М.: Языки славянских культур, 2006.
- Ладыгина-Котс Н.Н. Исследование познавательных способностей шимпанзе. М.: Госиздат, 1923. 498 с.
- Ладыгина-Котс Н.Н. Предисловие // Лютиц К. Психология животных (Зоопсихология). Тула: Пучина, 1925. С. 5–13.
- Ладыгина-Котс Н.Н. Дитя шимпанзе и дитя человека в их инстинктах, эмоциях, играх, привычках и выразительных движениях. М.: Гос. Дарвиновский музей, 1935.
- Ладыгина-Котс Н.Н. Конструктивная и орудийная деятельность высших обезьян. М.: Наука, 1959.
- Ладыгина-Котс Н.Н. Послесловие // Дембовский Я. Психология обезьян. М.: Иностран. лит., 1963. С. 285–324.
- Ладыгина-Котс Н.Н. Предпосылки человеческого мышления. М.: Наука, 1965.

- Леонтьев А.Н. Проблемы развития психики. М.: Наука, 1981.
- Лурия А.Р. Основы нейропсихологии. М.: Изд-во МГУ, 1973.
- Натишвили Т.А. Роль образной памяти в эволюции поведения // Руководство по физиологии. Физиология поведения: Нейробиологические закономерности. Л.: Наука, 1987. С. 524–620.
- Новоселова С.Л. Развитие интеллектуальной основы деятельности приматов. М.: Воронеж, 2001.
- Орбели Л.А. Вопросы высшей нервной деятельности. М., Л.: АН СССР, 1949.
- Павлов И.П. Павловские среды. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1949.
- Пиаже Ж. Избранные психологические труды. М., 1969.
- Рамбо Д.М., Буран М.Д. Интеллект и языковые способности приматов // Иностранная психология. 2000. № 13. С. 29–40.
- Смирнова А.А., Лазарева О.Ф., Зорина З.А. Исследование способности серых ворон к элементам символизации // Журн. высш. нерв. деят. 2002. Т. 52. № 2. С. 241–254.
- Тихомиров О.К. Психология мышления. М.: Изд-во МГУ, 1984.
- Толмен Э. Когнитивные карты у крыс и человека // Хрест. по зоопсихологии и сравнительной психологии / М.: Росс. психол. об-во, 1997. С. 172–184.
- Фирсов Л.А. Память у антропоидов: Физиологический анализ. Л.: Наука, 1972.
- Фирсов Л.А. Поведение антропоидов в природных условиях. Л.: Наука, 1977.
- Фирсов Л.А. Высшая нервная деятельность человекообразных обезьян и проблема антропогенеза // Руководство по физиологии. Физиология поведения: Нейробиологические закономерности. Л.: Наука, 1987. С. 639–711.
- Фирсов Л.А. По следам Маугли // Язык в океане языков. Новосибирск: Сиб. хронограф, 1993. С. 44–59.
- Фирсов Л.А., Л.В. Крушинский — выдающийся ученый-биолог // Крушинский Л.В. Записки московского биолога: Загадки поведения животных. М.: Языки славянских культур. 2006.
- Фирсов Л.А., Чижиков А.М. Очерки физиологической психологии. СПб.: Астер-Х, 2003.
- Altmann S.A. A field study of the sociobiology of rhesus monkeys, *Macaca mulatta* // *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1962. Vol. 102. P. 338–435.
- Animal Cognition* / Ed. by H.L. Roitblat, T.G. Bever, H.S. Terrace. Hillsdale, N. J.: Erlbaum, 1984. P. 569–590.
- Animal mind — human mind: Report of the Dahlem Workshop on Animal Mind — Human Mind* / Ed. by D.R. Griffin. Berlin 1981. Berlin: Springer-Verlag, 1982. P. 113–130.
- Bovet D., Vauclair J. Judgment of conceptual identity in monkeys // *Psychonomic Bulletin & Reviews*. 2001. Vol. 8. P. 470–475.
- Bovet D., Vauclair J., Blaye A. Categorization and abstraction abilities in 3-year-old children: a comparison with monkey data // *Anim. Cogn.* 2005. № 8. P. 53–59.
- Boysen S.T. Counting in chimpanzees: Nonhuman principles and emergent properties of number // *The Development of Numerical Competence: Animal and Human Models* / Ed. by S.T. Boysen, E.J. Capaldi. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Ass., 1993. P. 39–61.
- Boysen S.T., Bernston G.G., Hannan M.B., Cacioppo J.T. Quantity-based interference and symbolic representations in chimpanzees (*Pan troglodytes*) // *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. 1996. V. 22. № 1. P. 76–86.
- Brannon E.M., Terrace H.S. Representation of the numerosities 1–9 by rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) // *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. 2000. Vol. 26. № 1. P. 31–49.
- Byrne R.W. *The Thinking Ape. Evolutionary Origins of Intelligence*. Oxford: Oxford Univ. Press, 1998.
- Davis H., Perusse R. Numerical competence in animals: definitional issues, current evidence, and a new research agenda // *Behavior and Brain Science*. 1988. Vol. 11. P. 561–615.



- Davis, H. *Logical transitivity in animals* // *Cognitive aspects of stimulus control* / Ed. by W.K. Honig, J.G. Fetterman. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1992. P. 405–429.
- Fagot J., Wasserman E.A., Young M.E. *Discriminating the relation between relations: the role of entropy in abstract conceptualization by baboons (Papio papio) and humans (Homo sapiens)* // *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. 2001. Vol. 27(4). P. 316–328.
- von Fersen L., Wynne C.D.L., Delius J.D., Staddon J.E.R. *Transitive inference formation in pigeons* // *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. 1991. V. 17. P. 334–341.
- Gillan D.J., Premack D., Woodruff G. *Reasoning in the chimpanzee: I. Analogical reasoning* // *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. 1981. Vol. 7. № 2. P. 150–164.
- Herrnstein R.J. *Levels of stimulus control: a functional approach* // *Cognition*. 1990. V. 37. P. 133–166.
- Kamil A.C. *A synthetic approach to the study of animal intelligence* // *Comparative Perspectives in Modern Psychology*. Lincoln, Nebraska: Univ. of Nebraska Press, 1988. P. 230–257 (Nebraska Symposium on Motivation. Vol. 35).
- Koehler O. *Thinking without words* // *Proceedings of the 14th International Congress of Zoology*. Copenhagen, 1956. P. 75–88.
- Kummer H. *Social knowledge in free-ranging primates* // *Animal mind — human mind: Report of the Dahlem workshop on animal mind — human mind* / Ed. by D.R. Griffin. Berlin: Springer-Verlag. 1982. P. 113–130.
- Lazareva O.F., Smirnova A.A., Bagozkaja M.S., Zorina Z.A., Rayevsky V.V., Wasserman E.A. *Transitive responding in hooded crows requires linearly ordered stimuli* // *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 2004. V. 82. P. 1–19.
- Mackintosh N.J. *Abstraction and discrimination* // *The Evolution of Cognition* / Ed. by C. Heyes, L. Huber. A Bradford Book: The MIT Press, 2000. P. 123–143 (The Vienna Series in Theoretical Biology).
- Mackintosh N.J. *Approaches to the study of animal intelligence* // *British Journal of Psychology*. 1988. Vol. 79. P. 509–525.
- McGrew W.C. *Chimpanzee Material Culture: Implications for Human Evolution*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1992.
- Olthof A., Iden C.M., Roberts W.A. *Judgments of ordinality and summation of number symbols by squirrel monkeys (Saimiri sciureus)* // *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. 1997. V. 23. № 3. P. 325–339.
- Pepperberg I.M. *The Alex Studies*. Cambridge, MA; London, UK: Harvard Univ. Press, 1999.
- Premack D. *Animal cognition* // *Annual Review of Psychology*. 1983. Vol. 34. P. 351–362.
- Premack D., Woodruff G. *Does the chimpanzee have a theory of mind?* // *Behavior and Brain Sciences*. 1978. Vol. 1. P. 515–526.
- Premack D., Premack A. *Original Intelligence. Unlocking the Mystery of Who We Are*. N. Y.: McGraw-Hill, 2003.
- Rumbaugh D.M., Pate J.L. *The evolution of primate cognition: A comparative perspective* // *Animal Cognition* / Ed. by H.L. Roitblat, T.G. Bever, H.S. Terrace. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1984. P. 569–590.
- Rumbaugh D.M., Beran M.J., Hillix W.A. *Cause-effect reasoning in humans and animals* // *The Evolution of Cognition* / Ed. by C. Heyes, L. Huber. A Bradford Book: The MIT Press, 2000. P. 221–239 (The Vienna Series in Theoretical Biology).
- Savage-Rumbaugh E.S., Murphy J., Sevcik R.A., Brakke K.E., Williams, Rumbaugh D.M. *Language comprehension in ape and child* // *Monographs of the Society for Research in Child Development*. Serial № 233. 1993. Vol. 58. № 3–4.
- Savage-Rumbaugh E.S., Lewin R. *Kanzi. The Ape at the Brink of the Human Mind*. N.Y.: J. Wiley and Sons, Inc., 1994/2003.
- Siemann M., Delius J.D., Wright A.A. *Transitive responding in pigeons: Influences of stimulus frequency and reinforcement history* // *Behavioural Processes*. 1996. V. 37. P. 185–195.



- Siemann M., Delius J.D. Algebraic learning and neural network models for transitive and nontransitive responding // *European Journal of Cognitive Psychology*. 1998. V. 10. P. 307–334.
- The Evolution of Cognition* / Ed. by C. Heyes, L. Huber. A Bradford Book: The MIT Press, 2000. P. 103–123 (*The Vienna Series in Theoretical Biology*).
- Thompson R., Oden D.L., Boysen S.T. Language-naïve chimpanzees (*Pan troglodytes*) Judge relation between relations in conceptual matching-to-sample task // *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. 1997. Vol. 23. P. 31–43.
- Thompson R.K.R. Natural and relational concepts in animals // *Comparative approaches of cognitive sciences* / Ed. by H. Roitblat, J.A. Meyer. MIT Press, Cambridge, 1995. P. 175–224.
- Vonk J. Gorilla (*Gorilla gorilla gorilla*) and orangutan (*Pongo abelii*) understanding of first- and second-order relations // *Animal Cognition*. 2003. № 6. P. 77–86.
- de Waal F.B.M. *The Ape and the Sushi Master*. N.Y., 2001.
- Wilson B.J., Mackintosh N.J., Boakes R.A. Transfer of relational rules in matching and oddity learning by pigeons and corvids // *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 1985. Vol. 37B. P. 313–332.
- Wynne C.D.L. Reinforcement accounts for transitive inference performance. *Animal Learning and Behavior*. 1995. V. 23. P. 207–217.
- Yerkes R.M. *Chimpanzees: A Laboratory Colony*. New Haven: Yale Univ. Press, 1943.

# INDICATING THE LAST GLANCE: TASK RELATED DIFFERENCES OF EYE POSITION AND THE PERCEIVED FOCUS OF VISUAL WORK

*Jens R. Helmert*

*Sebastian Pannasch*

*Boris M. Velichkovsky*

## **Abstract**

Recent research has resulted in conflicting views concerning the temporal relationship of shifts in visual attention and eye movements. In the present experiments, subjects inspected a circular array of pictograms. During the inspection, the array was unexpectedly removed and subjects had to report the location and content of their last fixation. Experiment 1 investigated influences of stimulus type on report behaviour. Experiment 2 investigated task influences, with separate trials dedicated to reporting (1) position, (2) content, (3) both position and content. A short viewing time on the pictogram at removal combined with a content task led to the highest probability of reporting the previous pictogram. In contrast, longer viewing time combined with a position task resulted in a tendency to report the next fixation location. The data are interpreted as reflecting the specifics of localization and identification tasks. The ecological validity of single-saccade and sequential research paradigms is additionally addressed.

## **INTRODUCTION**

One of the central issues in attention research is the temporal relationship of shifts of visual attention and eye movements. A large body of work resulted from Posner's spatial cueing paradigm (Posner, 1978, 1980; Posner, Nissen, & Ogden, 1978; Posner,

Snyder, & Davidson, 1980). Typically, participants in such experiments are instructed to fixate on an on-screen central fixation point. After some interval, a cue appears indicating a position where attention is to be directed. In the following two decades variations of this 'fixate and jump' paradigm were used for exogenous (cue at saccade target) as well as endogenous (cue at central fixation indicating a direction) cueing. Both exogenous (e.g. Doré-Mazars, Pouget, & Beauvillain, 2004) and endogenous cueing studies (e.g. Friesen & Kingstone, 2003) suggested a strong relationship between timing of attentional shifts and eye movements. Deubel and Schneider (1996); Schneider & Deubel (2002), in particular, provided experimental evidence that shifts of attention are faster than physical changes in eye position so that subjects often think to have finished saccade toward target up to 200 ms before their eyes even started to move.

These results go well with the main theories of attention developed on the basis of the spatial cueing paradigm. For example, the premotor theory of attention (Rizzolatti, Riggio, Dascola, & Umiltà, 1987; Umiltà, Riggio, Dascola, & Rizzolatti, 1991) suggests that visuospatial attention and saccadic planning both originate from the activation of the same cortical circuits. Thus, the preparation of a saccadic eye movement produces a processing facilitation for stimuli located in the region towards which the movement is directed. The visual attention model VAM (Schneider, 1995) postulates that both selection for perception and selection for spatial motor action are performed by one common visual attention mechanism, which selects one object at a time for high priority processing. These selection functions are associated with one common attentional mechanism, so that a selected object in the ventral pathway is recognized fastest and made available to conscious visual perception. Simultaneously, in the dorsal pathway, motor programs for grasping, pointing or a saccadic eye movement towards the selected object are instigated. While preparing to move the eye towards a target, internal representations should be most accurate for stimuli at the target location. Both the premotor theory of attention and the VAM predict that a shift of visual attention should precede the physical movement of the eyes.

However, the results of studies using other settings can diverge from those found with the spatial cueing paradigm what reveals a somewhat confusing overall picture. For instance, Stelmach, Campsall, and Herdman (1997) studied attention and eye movements using temporal order judgements. Participants were required to choose which of two simultaneously presented stimuli at different locations on screen seemed to have appeared first. Prior to that, a cue was used to guide visual attention to one or the other location. While focus of attention seemed to move in advance of the eye in exogenous cueing conditions, no such effect was found with endogenous cueing. Moreover, endogenous shifts of attention usually occurred slowly and post-saccadically.

In a discussion of possible relations between attention allocation and eye movement planning, Fischer (1999) concluded that their specific details, such as time course and task dependences, are not yet known. He suggested that this may be due to methodological constraints associated with traditional research. Firstly, participants are required to hold fixation position, suppressing eye movements away from a given point. Secondly, the abrupt onset of cues tends to summon attention, hence biasing both it and associated eye movements towards these cues. The behaviours observed with these methods cannot be considered as representative of the relationship

between attention and eye movements in natural settings. Following this criticism, Fischer (1999) set up a series of experiments using sequential eye-movement tasks rather than a single-saccade paradigm. In his dual task approach the primary task (reading, scanning, or searching) required subjects to sequentially move their eyes from left to right in a reading-like manner. The secondary task consisted of a timed manual response to a visual probe, which appeared at various temporal onsets relative to the start of a fixation and at different eccentricities relative to the actual fixation position. Results in support of attentional shifts as preceding eye movements were lacking, or at least much weaker than those usually found with the 'fixate and jump' paradigm. In fact, detection of a probe at the *next* fixation position was accelerated only in the search task.

In a study by Tatler (2001), subjects' task was to prepare tea in a kitchen while their eye movements were recorded. At unpredictable points in time the light in the kitchen was turned off and subjects were required to describe as precisely as possible what they had seen in that very moment. In contrast to predictions of the premotor theory of attention and the VAM, subjects reported the content of their actual fixation or (depending on its duration till light-off) the preceding fixation. The methodology of this study did not allow for an assignment of answers to a potential saccadic target. Still, these two categories of classification (i.e. *actual* and *previous*) seemed to exhaustively explain the answers. An even stronger deviation from the rule 'shifts of visual attention precede eye movements' has been reported by Velichkovsky (1995) who studied the computer-mediated co-operation of experts and novices in solving a puzzle task. The participants were free to communicate verbally, and in one third of the trials experts' eye fixations were projected on the novice's screen thus allowing the expert to guide the novice's attention with his/ her attention/ eyes. Accidentally, markers of experts' visual fixations have also been presented on their computer screens\*. In these cases, experts reported sudden difficulties in 'catching their own eyes', because the moment they conceived of a decision to make eye movements to a location, their eye markers were lost by being not 'here' or 'somewhere else' but – and seemingly for some time already – 'there', in the 'not yet fully intended' place. That is, eye movements seemed by far to outpace shifts of perceived focus of visual work in this interpersonal setting. Results such as these are at odds with data that subjects report that they have moved their eyes before this movement actually occurred (Deubel, Irwin, & Schneider, 1999).

The present studies aimed at developing more continuous paradigms for investigating the time course of shifts in eye positions and the focus of attention, which we treat as the subjective focus of visual work. Therefore, we were not interested in subjects' ability to simply detect a visual probe (cf. Fischer, 1999), but rather to report what they actually dealt with at a certain time. There were three particular objectives in this investigation. Firstly and generally, we attempted to overcome the methodological criticisms cited above by investigating more natural eye movements in the experimental procedure. This could answer the question of whether

---

\* This observation remained an incidental by-product of the study. Since the condition had a negative influence on the work of experts and on the co-operative task solution, it was excluded from the final experiments (Velichkovsky, 1995, footnote 4).

the predictions of attentional theories based on the spatial cueing paradigm are supported in experiments with complex visual material and more realistic overall settings. Secondly, we were interested in the influence of the semantic categories of the visual stimuli on report behaviour (Experiment 1). Thirdly, we aimed to find out how report behaviour might depend on task demands, in the particular case of reporting the perceived position of the focus of visual work at removal, the perceived content (object's identity) or, finally, both position and content (Experiment 2).

## EXPERIMENT 1

The overall design of our experiments required participants to sequentially inspect pictograms of everyday objects, which were arranged in a circular array. This array was unexpectedly removed during inspection, and participants' task was to indicate exactly which object they were looking at, at the time of the removal. It was experimentally controlled that subjects never completed inspection of the entire array, thus preventing subjects' reports from being influenced by memory. There were three possible responses to this task: subjects report (1) the *actual* pictogram the eye fixated on at removal, (2) the pictogram *previous* to the one the eye fixated on during removal or (3) the pictogram *next* in viewing sequence in the array, i.e. they had not yet fixated on this item. So, two measures are simultaneously obtained: one measures the exact position of the eye (fixation position) and the other measures where subjects' perceived focus is located (subjective report). The cases of interest in this study are (2) and (3). While (1) simply means that the location of attention and the location of the eye were the same, (2) and (3) are diagnostically relevant for an asynchrony of eye position and perceived focus of work.

## Methods

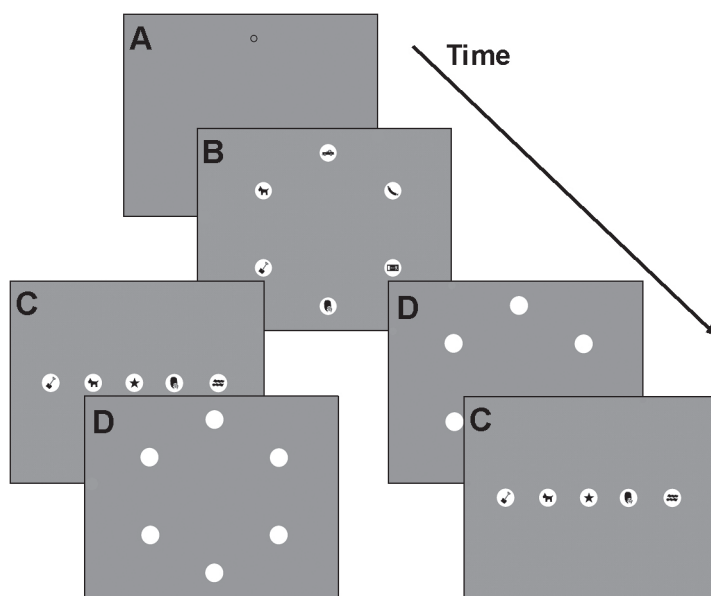
*Subjects.* The participants included 18 male ( $n=8$ ) and female ( $n=10$ ) Dresden University of Technology undergraduate students ranging in age from 19 to 38 years, with a mean age of 27.4 years. They participated individually in a single session lasting approximately 40 minutes. The participants received credit toward a psychological course in exchange for their time. All subjects reported normal or corrected-to-normal vision and normal hearing. Informed consent was obtained.

*Apparatus.* Eye movements were recorded at 250 Hz, using the SR Research Ltd. EyeLink eye-tracking system with on-line detection of saccades and fixations. Fixation onset was detected and transmitted to the presentation system with a delay of approximately 12 ms. Images were displayed using a GeForce2 MX card and a CRT display (19-inch Iiyama Vision Master 451) at 1152 by 864 pixels with a frame rate of 100 Hz. Viewed from a distance of 90 cm, the screen subtended a visual angle of 23° horizontally and 17.2° vertically.

*Stimuli and Procedure.* The experiment was a 2 (Task Order) x 2 (Categories) factorial repeated measures design. There were six topical categories of stimuli («Household», «Comic Strip Heroes», «Eat and Drink», «Transportation», «Warn-

ing Signs», «Animals»), each consisting of 24 pictograms. Additionally, 35 pictograms not assigned to a category and never shown to the subjects in the trials were used as dummies for the testing procedure. All pictograms used were black and white, had a size of  $2^\circ$  of visual angle in diameter and were circular. In each trial, six randomly chosen pictograms were presented in a circular array. These pictograms all came out of one randomly chosen category or each pictogram belonged to a different category. The circle of pictograms had a diameter of  $13,3^\circ$  of visual angle.

Every trial started with a drift correction procedure, which consisted in fixating a point randomly presented at one position on the circle (Picture A in Figure 1). Then the pictograms were displayed and the subjects were required to look at the items in a clockwise manner (B in Figure 1, starting from drift correction position). When reaching a previously defined pictogram a countdown was employed randomly defining the time to the offset (400–600 ms, steps of 50 ms) of stimulus presentation. This procedure was used to ensure that data could be collected close to start and end of a fixation. Based on the technical restrictions of the eye tracking system, gaze contingent break-off was not possible before 34 ms after start of fixation. At the end of the countdown the test screens were presented. Whether *content* (left path in Figure 1, ABCD) or *position* (right path in Figure 1, ABDC) was tested first was randomly chosen in every trial. In the *content* condition subjects were required to click on their last inspected item among the actual one; the previously fixated one; the one next in the array and two dummy items all arranged in random order (C in Figure 1). Subjects' task in the *position* condition was simply to click on the empty



**Figure 1.** Schematic course of one trial: First, a drift correction was completed (A). Then the pictograms were presented. Duration of this frame depended on the break-off algorithm used in the experiments (B). After break-off, the C and D test screens

circle with the position where they felt they were looking at the time the stimuli were removed (D in Figure 1). Once the participant made a judgement, a new trial was initiated. Subjects accomplished three blocks of 36 trials. At the end of every block, subjects had a break of five minutes. Experimental conditions were counterbalanced within and throughout the three blocks.

Some data was rejected from final analyses due to invalid recording, technical problems, and clicks on dummies (in content mode only). All trials in which the last fixation position did not correspond to the position of a pictogram were also rejected. Finally, 1676 valid trials were included (equals 84% of all trials). In valid trials, participants reacted to the tasks in choosing the pictogram they felt they last fixated on: the pictogram previous to the one the eye fixated on during removal (*previous*); the actual pictogram the eye fixated on at removal (*actual*), or the next (*next*) pictogram. Thus, for every condition relative frequencies for these answer categories were calculated. Note that the sum of these measures always results in 100%.

Firstly, a 2 (Task Order)  $\times$  2 (Category) repeated measures analysis of variances was conducted. Concerning *previous*, significant differences were found neither for task order,  $F(1, 17) = 2,749, p = ,116$ , nor category,  $F(1, 17) = ,603, p = ,448$ . The interaction of both factors was also insignificant,  $F(1, 17) = ,042, p = ,84$ . Concerning *next*, there were no differences for category,  $F(1, 17) = 1,00, p = ,33$ , task order,  $F(1, 17) = 1,00, p = ,33$ , or the interaction,  $F(1, 17) = 1.00, p = ,33$ .

Secondly, the viewing times on the last pictogram were taken into detailed consideration. Because none of the factors yielded significant effects, all trials were similarly treated. Thus the viewing times were divided into three categories based on percentiles, each containing the same number of cases. This resulted in three viewing time conditions. The ranges and medians of these conditions are shown in Table 1.

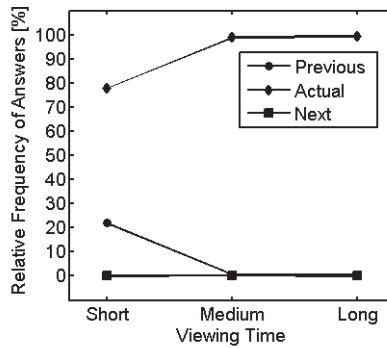
These categories were used for a further analysis of variance. The viewing time categories (short, middle, long) were the independent variables. ANOVA yielded significant differences for the probability of *previous*,  $F(2, 34) = 53,73, p < ,001$ , and *actual*,  $F(2, 34) = 53,47, p < ,001$ , but not for *next*,  $F(2, 34) = 1,00, p = ,378$ . The results are summarised in Figure 2.

This experiment examined the influence of pictogram category (same versus different) and task order (first position then content and vice versa) on report behaviour. Neither of these factors showed significant effects on participants' response behaviours. A significant effect was however found for the viewing time, with short times having a particular significance: The probability that subjects reported the

**Table 1**  
Percentile-based categories of viewing times (ms) for Experiment 1

Viewing Time	Minimum	Median	Maximum	N
Short	0	73	149	510
Medium	150	250	356	558
Long	357	444	612	566





**Figure 2.** Results of answer probabilities based on viewing time

pictogram seen before the test pictogram was more than 20%. In contrast, no evidence was found that participants were in any way aware of the forthcoming saccade target. Furthermore, almost no effects were found for question types: within almost 2000 trials, in 44 cases only did answers differ for *position* and *content*. Subsequent interviews with subjects revealed that this fact is probably due to a strategy applied by almost all them. They predominantly tried to precisely reproduce the content of the pictogram. For example, even when firstly dealing with the position task, subjects tended to internally verbalize the content of the corresponding pictogram in anticipation of being asked to recall its identity. Therefore, in our Experiment 2 we attempted to control for this particular strategy by asking one question per trial.

## EXPERIMENT 2

The objective of this experiment was a more systematic analysis of the possible influences of different tasks such as subjects' perception of position and content (object identity) during the 'last glance' on their response behavior. Based on the results from Experiment 1, the semantic categories of the pictograms were no longer controlled. Instead, another set of pictograms enriching their thematic spectrum was constructed.

### Method

**Participants.** In Experiment 2 17 male ( $n=8$ ) and female ( $n=9$ ) Dresden University of Technology undergraduate students ranging in age from 20 to 31 years participated. The mean age of subjects was 23,4 years. The experiment was conducted in a single session per participant lasting approximately one hour. Subjects received credit toward a psychological course in exchange for their participation. All subjects reported normal or corrected-to-normal vision and normal hearing. Informed consent was obtained. None of the participants had taken part in Experiment 1.



**Figure 3.** Test screens used in Experiment 2: The principal course of a trial followed the procedure described for Experiment 1, but with only one task condition after each trial: position (C), content (D), or content and position (E), respectively

*Apparatus.* Technical devices used in Experiment 2 were the same as in experiment 1 described above.

*Stimuli and Procedure.* The experiment was a 3 (Viewing Time) x 3 (Task) factorial repeated measures design. Stimuli consisted of 121 black and white pictograms with a size of  $2^\circ \times 2^\circ$  of visual angle. In every trial six randomly chosen stimuli were presented in a circular array. This array had a diameter subtending to  $13,3^\circ$  of visual angle. All subjects completed three blocks of 60 trials. In all trials of one block, one and always the same task condition was used (cf. Figure 3). *Position* mode (Figure 3 C) and *content* mode were the same as in Experiment 1 except for one minor change. As can be seen in Figure 3 D, in the *content* block, dummy pictograms were not used. In addition, a new task condition was introduced: *position and content* (E in Figure 3). In doing so we wanted to test possible interactions of identification and localization tasks.

The experiment was conducted in a dimly lit laboratory. Every session started with five practice trials followed by three blocks each consisting of 60 trials, each employing one of the three task modes. The presentation order of blocks was counter-balanced across subjects. Every trial started with a drift correction at one randomly chosen position of a possible six. The countdown algorithm used to terminate stimulus presentation was the same as in the first experiment. In contrast to Experiment 1, a windows standard beep was provided to signal the end of presentation. This was necessary especially for the *position and content* mode, where no change of screen content signaled the recognition task. After the subject made the judgement, a new trial was initiated by the presentation of a drift correction point. At the end of each block subjects had a break of five minutes.

## Results and Discussion

As in Experiment 1, some trials had to be excluded from further analysis due to technical or operational reasons. A total of 1956 trials (equals 63%) was further analysed. Following the logic of the statistical analyses in Experiment 1, data was divided in three categories based on viewing time on the pictogram at removal. Again, percentiles were used to ensure that each category consisted of the same number of trials (see Table 2).

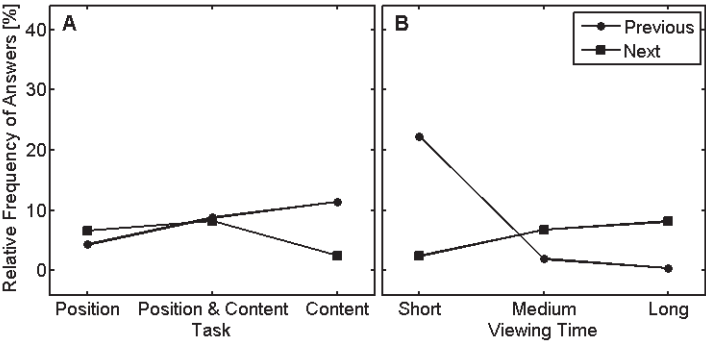
Next, two 3 (Viewing Time) x 3 (Task) repeated measures ANOVAs were conducted. The dependent variables were probabilities of *previous* and *next* responses. In contrast to Experiment 1, probabilities of choosing the *actual* position/ pictogram were not analysed, for the simple reason that these selections indicated only

**Table 2**  
Percentile-based categories of viewing times (ms) for Experiment 2

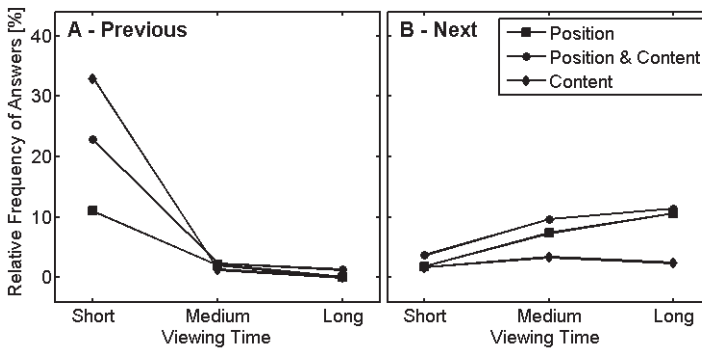
Viewing Time	Minimum	Median	Maximum	N
Short	1	64	137	652
Medium	138	218	331	653
Long	332	452	609	651

the overlap of eye fixation and perceived focus of visual work; hence providing no diagnostic information. Concerning *previous*, significant differences were found for task,  $F(2, 32) = 4,333, p = ,022$ , and for viewing time,  $F(2, 32) = 22,414, p < ,001$ . The interaction of viewing time and task also was significant,  $F(4, 64) = 7,644, p < ,001$ . In the case of *next*, main effects of both factors task  $F(2, 32) = 4,976, p = ,013$ , and viewing time  $F(2, 32) = 6,058, p = ,006$ , reached significance, whereas their interaction remained nonsignificant,  $F(4, 64) = 1,651, p = ,172$ . As shown in Figure 4A, a strong increase of probability for a *previous* response was apparent for short viewing times. For medium and long viewing times these probabilities were close to zero. Concerning *next*, a slightly increasing probability of answers is found over the whole range of viewing times. With regard to task, an increase for *previous* from *position* to *position & content* and then to *content* was found, whereas probability of *next* answers was almost the same in two tasks involving position, and fall near zero in the content task (Figure 4B).

A more detailed review of the results indicates a strong interaction of task and viewing time (cf. Figure 5). In Figure 5A the results for *previous* and in Figure 5B the results for *next*, are depicted as interactions of viewing time and task. For *previous* it is clear that percentages are well above zero for short viewing times only. Furthermore, within the short viewing time, there is a clear distinction between the effects of different task. The more subjects had to rely on identification, the higher the probability that the previous pictogram is reported. An ANOVA comparing the



**Figure 4.** Relative Frequency of Answers concerning viewing times (A) and tasks (B)



**Figure 5.** Interaction of viewing times by task for previous (A) and next (B) responses

three tasks in the short viewing time section yielded significance,  $F(2, 32) = 6,624$ ,  $p = .004$ . Post hoc contrasts showed that the differences between *position* and the other two modes are significant,  $p < .026$  in all cases, while no significant differences were found between *position* & *content* and *content*,  $p = .159$ . On the other hand, for *next* the effect of viewing time is not as strong as for *previous*. Instead, for *content* the probability of a *next* response remains close to zero regardless of viewing time. But, for *position* and *position* & *content* mode, probability of a *next* response increases with time. An ANOVA comparing tasks for long viewing times revealed significant differences,  $F(2, 32) = 4,661$ ,  $p = .017$ . Post hoc contrasts yielded significant deviations between *content* and the other two modes,  $p < .05$  in both cases, while *position* and *position* & *content* mode did not differ,  $p = .791$ .

Experiment 2 aimed to disentangle the influences of different tasks on the response behaviour of the subjects. Indeed, the results show a strong task influence, in interaction with the factor of viewing time. In general, probability for *previous* reports is highest when viewing time is short, especially if the task is that of identification (*content*) or, at least, localization together with identification (*position* & *content*). With progressing visual fixation time on a position, probability of *next* response monotonously becomes higher but only for the tasks that explicitly include spatial localization component (*position*, *position* & *content*). In other words, the probability of reporting the pictogram from the next position, therefore preceding eye movements towards the position, was nearly zero at all viewing times.

## GENERAL DISCUSSION

The methodological criticism associated with investigations of the temporal relationship between shifts of visual attention and eye movements was addressed in two experiments. From the points of view of ecological validity and the possibility for experimental control, their setting was intermediate between the real-world

setting of Tatler (2001) and those of highly restrictive experiments based on spatial cueing paradigm. The method allowed sequential saccadic behavior and contrasted different visual tasks, namely spatial localization and identification. These tasks are relatively well known with respect to their psychophysical parameters and neurophysiological mechanisms (Milner, & Goodale, 1995; Mishkin, & Underleider, 1982; Schneider, 1995; Trevarthen, 1968; Velichkovsky, 1982; Velichkovsky et al., 2005).

Experiment 1 resulted in three findings. Firstly, subjects' reports were not influenced by the manipulation of the categorical similarity of the material. In other words, having knowledge of what category of object had to be identified in the array (semantically similar objects) did not make identifying the object any easier. This means that subjects were rather relying on low-level features of the objects for identification. Secondly and more important for the present purpose, we did not find any evidence for the 'attention preceding eye movements' effect. In fact, an asynchrony of actual eye position and reported position was only found for short viewing times and the asynchrony was in direct contrast to studies where eye position was found to lag behind attention (e.g. Deubel, Irwin, & Schneider, 1999). Thirdly, requiring subjects to answer two questions per trial seemed to lead to a coupling of localization and identification processes under dominance of content (identification) task. Reported content and reported position of the subjectively last fixation were the same in almost all trials, regardless of whether the reported information corresponded to actual fixation.

When in Experiment 2 localization and identification tasks were allocated to separate trials, this resulted in a pronounced dependency of reports on the task at hand. The influence of the task on reporting behavior also interacted with viewing time. Similar to the results of both our experiment 1 and the real-world study by Tatler (2001), we found a strong tendency to report the pictogram from a previous position. In addition, we also discovered a second trend; when the task involves an explicit localization component and as viewing time increases, there is a growing probability of reporting the position next in sequence. This second trend is akin to results of Fischer (1999) in his search condition as well as to results of the large number of studies which used a spatial cueing paradigm (Deubel, & Schneider 1996; Schneider, & Deubel, 2002). However, the trend was by far weaker than that usually reported in the single-saccade spatial-cueing experiments. According to our data, slightly more than 10% of fixations were reported as being shifted towards the next spatial location even with the longest viewing time at an actual position.

Thus, we were able to reproduce all patterns of temporal relationship between perceived focus of visual work (visual attention) and the position of eyes described in the literature within one experiment. In itself, the data of Experiment 2 do not seem to present a major hurdle for an explanation. The clue for the explanation comes from the interaction of task with the viewing time. Identification is usually a more demanding and slower process than localization (e.g. Velichkovsky, 1982), so it is understandable that processing the identity of a pictogram may continue for some time after the eyes *de facto* moved to a new position. In tasks with an explicit localization component, the same consideration leads us to expect that processing

information about the spatial parameters of the location of the next fixation may have already begun at some advanced phases of a fixation, preceding, and probably preparing the next saccadic eye movement to the new location. This latter argument is the basis for interpreting visual attention in terms of programming of eye movements. Indeed, the premotor theory of attention (e.g. Rizzolatti et al., 1987) as well as VAM (Schneider, 1995) predict that attention will move to the saccade target once saccade programming has begun.

However, it is not immediately clear how these theories may help in explanation of all the cases where the shifts in perceived focus of visual work typically lagged behind eye movements. Programming of saccades is then decoupled from attention: in the present experiments, subjects could report dealing with pictogram from pre-saccadic position during some time (ca. 100 ms) after the saccade was finished. One accepted approach in contemporary research literature is to postulate different kinds or systems of attention with distinct neurophysiological mechanisms (LaBerge, 1999; Posner, 2004). Following this logic, one could say that the relationship of visual attention and eye movements depends on the form of attention. Shifts of attention precede eye movements but for predominantly spatial forms of visual attention only. With object-oriented attention (as in identification tasks), this relationship turns around. Finally, higher-order mechanisms similar to Posner's (2004) conflict attention may be at play in situations of social interaction. Eye movements can be even stronger decoupled here from the shifts of the focus of awareness, preceding them sometimes by up to 500 ms (Velichkovsky, Pomplun, & Rieser, 1996).

Instead of postulating different forms of attention and using their properties for an *ad hoc* explanation of experimental effects, a closer look at the tasks at hand may be needed in the future. Besides clarification of neurophysiological mechanisms, important questions are the characteristics of tasks' demands, time course, as well as their leading and supportive components running in background, without awareness. This latter aspect of a task's background coordination is of particular relevance for the present investigations as we are normally unaware of moving our eyes, in gross contrast to 'fixate and jump' experiments.

By extending the analysis to tasks that are meaningful and involve continuous oculomotor activities, it is possible to find analogies to effects from visual attention studies described above. In fact, one line of research which relies heavily on such sequential procedures is reading research. For more than 100 years the so called 'eye voice span' has been investigated, demonstrating that the eyes are ahead of the voice when reading aloud (e.g. Levin, & Buckler-Addis, 1979). Similar effects were shown for persons describing their environment (Velichkovsky, Pomplun, & Rieser, 1996) and for musicians when they are sight-reading music (Furneaux & Land, 1999). All the different spans discovered in the studies seem to be highly sensitive to on-going task demands. For example, Furneaux and Land (1999) could show that 'eye hand span' was influenced by the various speeds of performance. Furthermore, the span differed between professional musicians and amateurs. These effects illustrate how exciting the future studies of relationship between shifts in perceived focus of visual work and eye movements could be.

## REFERENCES

- Deubel, H., Irwin, D.E., & Schneider, W.X. (1999). The subjective direction of gaze shifts long before the saccade. In W. Becker, H. Deubel & T. Mergner (Eds.), *Current oculomotor research: Physiological and psychological aspects* (p. 65–70). New York, London: Plenum.
- Deubel, H., & Schneider, W.X. (1996). Saccade target selection and object recognition: evidence for a common attentional mechanism. *Vision Research*, 36(12), 1827–1837.
- Doré-Mazars, K., Pouget, P., & Beauvillain, C. (2004). Attentional selection during preparation of eye movements. *Psychological Research*, 69, 67–76.
- Fischer, M.H. (1999). An investigation of attention allocation during sequential eye movement tasks. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 52(3A), 649–677.
- Friesen, C.K., & Kingstone, A. (2003). Abrupt onsets and gaze direction cues trigger independent reflexive attentional effects. *Cognition*, 87(1), B1–B10.
- Furneaux, S., & Land, M.F. (1999). The effects of skill on the eye-hand span during musical sight-reading. *Proceedings Biological Sciences*, 266(1436), 2435–2440.
- LaBerge, D. (1999). Attention. In B.M. Bly & D.E. Rumelhart (Eds.), *Cognitive science* (p. 43–97). London: Academic Press.
- Levin, H., & Buckler-Addis, A. (1979). *The eye-voice span*. MIT Press Classics.
- Posner, M.I. (1978). *Chronometric explorations of mind*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Posner, M.I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3–25.
- Posner, M.I. (2004). Progress in attention research. In M.I. Posner (Ed.), *Cognitive neuroscience of attention* (p. 3–9). NY: The Guilford Press.
- Posner, M.I., Nissen, M.J., & Ogden, W.C. (1978). Attended and unattended processing modes: the role of set for spatial location. In H.L. Pick & I.J. Saltzman (Eds.), *Modes of perceiving and processing information* (p. 137–157). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Posner, M.I., Snyder, C.R.R., & Davidson, B.J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109, 160–174.
- Rizzolatti, G., Riggio, L., Dascola, I., & Umiltà, C. (1987). Reorienting attention across the horizontal and vertical meridians: Evidence in favor of a premotor theory of attention. *Neuropsychologia*, 25(1A), 31–40.
- Schneider, W.X. (1995). VAM: a neuro-cognitive model for attention control of segmentation, object recognition and space-based motor action. *Visual Cognition*, 2, 331–374.
- Schneider, W.X., & Deubel, H. (2002). Selection-for-perception and selection-for-spatial-motor-action are coupled by visual attention. In W. Prinz & B. Hommel (Eds.), *Attention and performance XIX: Common mechanisms in perception and action* (p. 609–627). Oxford: Oxford University Press.
- Stelmach, L.B., Campsall, J.M., & Herdman, C.M. (1997). Attentional and ocular movements. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23(3), 823–844.
- Tatler, B.W. (2001). Characterising the visual buffer: Real-world evidence for overwriting early in each fixation. *Perception*, 30(8), 993–1006.
- Umiltà, C., Riggio, L., Dascola, I., & Rizzolatti, G. (1991). Differential effects of central and peripheral cues on the reorienting of spatial attention. *European Journal of Cognitive Psychology*, 3, 247–267.
- Velichkovsky, B.M. (1982). Visual cognition and its spatial-temporal context. In F. Klix, J. Hoffmann & E.V.d. Meer (Eds.), *Cognitive research in psychology* (p. 63–79). Amsterdam / NY: North Holland.
- Velichkovsky, B.M. (1995). Communicating attention: Gaze position transfer in cooperative problem solving. *Pragmatics and Cognition*, 3(2), 199–222.



- Velichkovsky, B.M., Pomplun, M. & Rieser, H. (1996). Attention and communication: Eye-movement-based research paradigms. In W.H. Zangemeister, S. Stiel & C. Freksa (Eds.), Visual attention and cognition (p. 125–154). Amsterdam/NY: Elsevier.*
- Velichkovsky, B.M., Joos, M., Helmert, J.R., & Pannasch, S. (2005). Two visual systems and their eye movements: Evidence from static and dynamic scene perception. Proceedings of the XXVII Conference of the Cognitive Science Society. July 21–23 Stresa, Italy, p. 2283–2288.*



## Раздел 3

# КОГНИТИВНАЯ ЛИНГВИСТИКА И ПСИХОЛИНГВИСТИКА



# ФОРМИРОВАНИЕ ГЛАГОЛЬНОЙ ПАРАДИГМЫ В РУССКОМ ЯЗЫКЕ: ПРАВИЛА, ВЕРОЯТНОСТИ, АНАЛОГИИ КАК ОСНОВА ОРГАНИЗАЦИИ МЕНТАЛЬНОГО ЛЕКСИКОНА\*

*Т.В. Черниговская, К. Гор, Т.И. Свистунова*

## 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ

Дебаты вокруг проблемы организации ментального лексикона не утихают на протяжении последних двадцати лет. В основе этих споров лежит фундаментальное для современной когнитивной науки разграничение процессов, организованных по принципу подобия, и процессов, основанных на правилах. Как отмечают У. Хан и Н. Чатер (Hahn, Chater, 1998), это противостояние восходит к двум разным исследовательским традициям, и довольно часто один подход может быть заменен другим. Они предполагают, что основное различие между этими двумя способами можно выделить, основываясь на процессе классификации различных репрезентаций: в случае правил сходство объектов должно быть стопроцентным, а в случае подобия допустимо частичное совпадение. Таким образом, возможна принципиальная интеграция этих двух подходов.

В лингвистике оба подхода нашли отражение, в частности, в исследованиях проблемы регулярности и нерегулярности морфологических процедур. В основном исследования данной тематики проводились на материале английских глаголов, и в них разрабатывалась роль таких важных для речевой деятельности понятий, как дефолт (стандартное решение), частотность глагольного класса, частота встречаемости того или иного глагола в речи, продуктивность классов,

---

\* Работа поддержана грантами 06-06 80152а РФФИ и 07-04-00285а РГНФ.

прозрачность морфологической структуры и т.д. Структура ментального лексикона обычно рассматривается в рамках двух основных подходов, тем не менее существуют и альтернативные модели.

Первый подход, так называемый «двусистемный», отраженный в работах в основном исследователей генеративного направления в лингвистике (Pinker, 1991, 1999; Markus et al., 1992; Prasada, Pinker, 1993; Ullman, 1999), подразумевает наличие двух независимых механизмов для обработки регулярных и нерегулярных явлений в языке. Согласно этому подходу, правильные и неправильные формы относятся к разным подмодулям внутри языкового модуля. Эти подмодули обеспечиваются врожденными языковыми алгоритмами, т.е. человеческий мозг «генетически» запрограммирован на то, чтобы искать в словоизменительной морфологии регулярные модели словоизменения, делить все словоформы на правильные и неправильные, а также искать «стандартное правило», т.н. дефолт. Если обратиться к глагольной морфологии, то для образования форм от регулярных глаголов носителем языка используется система символических правил, тогда как нерегулярные глагольные формы целиком извлекаются из ассоциативной памяти. Если носитель языка сталкивается с невозможностью извлечения некоторой формы из памяти, то он, как считается, автоматически будет применять дефолтное регулярное правило.

Одно из следствий данной гипотезы таково: поскольку нерегулярные глаголы хранятся в ассоциативной памяти, то при порождении форм частотность глагола будет влиять на скорость их извлечения у всех носителей языка и на количество ошибок у детей. Для операций с регулярными глаголами частотность роли играть не должна.

Второй, «односистемный» подход (Rumelhart, McClelland, 1986; Plunkett, Marchman, 1993; Bybee, 1995) предполагает, что формы как регулярных, так и нерегулярных глаголов обрабатываются с помощью единого механизма: они извлекаются целиком из ассоциативной памяти. Этот подход был разработан в рамках коннекционизма и других вариантов сетевого представления морфологии. Никакие символические правила в этом подходе не признаются. Частотность той или иной формы влияет на скорость ее извлечения из памяти носителем языка. Кроме этого, существует и другое важное отличие односистемного подхода от двусистемного: он предсказывает, что как нерегулярные, так и регулярные глаголы будут чувствительны к частотности классов слов и словоформ. Таким образом, в основе этого подхода лежат два понятия: частотность и аналогия. Если носитель языка сталкивается с необходимостью порождать формы от новых или редких слов, то они образуются по аналогии с теми, которые уже существуют у него в памяти.

Также существует и альтернативная модель усвоения регулярной и нерегулярной глагольной морфологии в английском языке. Ее разработал Ч. Янг (Yang, 2002). Он протестировал материал по детской речи из статьи (Markus et al., 1992) и пришел к выводу, что его модель «конкуренции правил» лучше описывает экспериментальные данные, чем модель, предложенная С. Пинкером (Pinker, 1991), созданная в рамках двусистемного подхода. Ч. Янг разводит понятия аналогии и правила: если аналогия возникает при фонологической схожести, то правила основываются на неких абстрактных лингвистических

концептах. Автор утверждает, что глаголы в английском языке при усвоении спрягаются по определенным фонологическим правилам, а аналогия большой роли не играет. Фонологические правила могут быть как более общими (в случае регулярных глаголов), так и более частными (в случае нерегулярных глаголов). Конкуренция существует между регулярным, дефолтным, правилом и правилами, по которым образуются нерегулярные глаголы. Каждое правило имеет определенный вес, который зависит от общего числа всех глаголов того или иного класса в инпуте ребенка. Вероятность применения того или иного фонетического правила, с одной стороны, зависит от частотности самого глагола, а с другой — от веса правила. Таким образом, Ч. Янг считает, что как к регулярным, так и к нерегулярным глаголам при спряжении применяются фонологические правила. Ошибки типа сверхгенерализации (выбор самого высокочастотного или дефолтного правила) возникают, по его мнению, не за счет проблем с памятью, а вследствие конкуренции правил, при которой высокочастотное правило побеждает.

В рамках споров между сторонниками одно- или двусистемного подходов привлекался самый разнообразный материал и использовались различные экспериментальные методики. Эксперименты проводились на разнообразных группах испытуемых: на людях со специфическими речевыми нарушениями (SLI), на пациентах с афазиями, с болезнью Альцгеймера и болезнью Паркинсона (Ullman et al., 1997; Ullman, Gopnik, 1999; Bird et al., 2003; Braber et al., 2005; Lambon et al., 2005; Ullman, Pierpont, 2005).

Первыми подобный материал стали привлекать сторонники двусистемного подхода. Они обнаружили так называемое явление двойного разделения (*double dissociation*), которое выражается, в частности в том, что люди с болезнью Альцгеймера и сенсорной афазией (*fluent aphasia*) не испытывают трудностей при порождении форм от регулярных глаголов, тогда как люди с болезнью Паркинсона и моторной афазией (*non-fluent aphasia*) хорошо справлялись с порождением форм от нерегулярных глаголов. По их мнению, явление двойного разделения является подтверждением существования двух различных механизмов. Тем не менее сторонники односистемного подхода предприняли попытку объяснить это явление в рамках коннекционистского подхода (Plunkett, Bandelow, 2006). Им удалось повторить явление двойного разделения в рамках компьютерной модели нейронной сети. Они обнаружили, что некоторые нарушения сети приводят к появлению такого явления, как потеря регулярного словоизменения.

Исследования этих процессов с помощью разных методов мозгового картирования опять же дают аргументы как в пользу двусистемного (Jaeger et al., 1996; Lavric et al., 2001; Ullman, 2004), так и в пользу односистемного (Joanisse, Seidenberg, 2005) подходов.

Однако все эти гипотезы разрабатывались на материале английского языка, в котором имеется только один регулярный класс и отсутствует сильно развитая морфологическая система. Очевидно, что они не могут полностью применяться к языкам с более развитой морфологической системой. В связи с этим были проведены исследования усвоения глагольной морфологии исландского (Ragnasdóttir et al., 1996), норвежского (Simonsen, 2000), итальянского (Orsolini,



Marslen-Wilson, 1997), немецкого (Clahsen, 1999) и финского (Niemi, 2006) языков. В результате удалось установить, что, во-первых, частотность, а во-вторых, фонологические факторы важны для порождения форм как в регулярных, так и в нерегулярных глагольных классах. Эти результаты очевидным образом вступают в конфликт с тем, что предсказывает двусистемный подход.

В частности, исследование (Simonsen, 2000) порождения глагольных форм в норвежском языке детьми в возрасте четырех, шести и восьми лет и взрослыми носителями показало, что:

- очередность усвоения глагольных классов зависит от частотности класса;
- чем выше частотность класса, тем больше вероятность того, что его морфологическая модель будет использована при сверхгенерализации;
- у детей частотность самого глагола будет сказываться не только на порождении форм от нерегулярного класса, но и на порождении форм регулярного класса (дефолта);
- количество неправильных ответов при порождении глагольных форм взрослыми носителями языка в дефолтном регулярном классе зависит от того, с каким количеством глаголов нерегулярного класса рифмуется данный глагол. Эти данные Х. Симонсен интерпретирует в пользу одноосновного подхода.

Данные итальянского (Orsolini, Marslen-Wilson, 1997) и исландского (Ragnasdóttir et al., 1996) языков также трактуются в пользу односистемного подхода.

В то же время исследование (Clahsen, 1999) множественного числа существительных и причастий прошедшего времени в немецком языке утверждает, что регулярные и нерегулярные правила обрабатываются разными механизмами даже в языке с более сложной морфологией, чем в английском.

Так или иначе, все эти исследования, независимо от подхода, позволяют выделить три основных способа образования глагольных словоформ:

- использование правил (в рамках двусистемного подхода в случае регулярных глаголов);
- извлечение из памяти уже готовой формы (в рамках односистемного подхода в случае как регулярных, так и нерегулярных глаголов, в рамках двусистемного — только в случае нерегулярных);
- образование формы по аналогии (в рамках односистемного подхода в случае столкновения с незнакомым словом).

В.Б. Касевич (1998) отмечает, что усвоение глагольной парадигмы играет очень важную роль в усвоении языка вообще, поскольку, согласно вербоцентрическим концепциям, глагол выступает как синтаксическое и семантическое ядро любого предложения, а значит, невозможно пользоваться предложением как единицей общения без овладения глаголом и глагольной морфологией, в частности. Отечественная лингвистика многократно обращалась к самым разным аспектам русской глагольной морфологии, однако проблеме усвоения этих процедур детьми до недавнего времени уделялось недостаточно внимания. Исследования формирования глагольной системы у детей (Цейтлин, 2000; Гагарина, 2001) в основном проводились на лонгитюдных данных и затрагивали исключительно ранний период развития языка (до двух с половиной лет).

Русский язык предоставляет великолепную возможность для таких исследований. С одной стороны, это язык со сложной и развитой морфологической парадигмой, а с другой — он обладает большим числом глагольных классов, в которых разную роль играют те или иные морфологические показатели. Поэтому можно предположить, что резкое противопоставление регулярного и нерегулярного механизмов в русском языке не является продуктивным. В статьях Т.В. Черниговской и К. Гор (Черниговская, 2002; Gor, Chernigovskaya, 2001, 2004) демонстрируется, что существует иерархия глагольных классов, зависящая от степени сложности парадигмы, т.е. от количества применяемых в ней правил, и тем самым вводится новый параметр — «сложность парадигмы глагольного класса».

Экспериментальные исследования разных групп носителей русского языка, в том числе и пилотные исследования детей дошкольного возраста (Chernigovskaya, Gor, 2000; Черниговская, 2002; Gor, Chernigovskaya, 2003), показали, что для всех испытуемых существует дефолтное правило, которое применяется, когда не известно, к какому классу отнести тот или иной глагол, например, в случае образования форм от квазиглаголов. Дефолтное правило в русском языке не определяется частотностью класса и заключается в прибавлении к основе, образованной путем отбрасывания показателей инфинитива или прошедшего времени, *-j-* и необходимых окончаний настоящего/будущего времен, например, в случае глагола \* *кисáть* \* испытуемые будут с большой вероятностью образовывать формы по модели *-ай* класса (*киса*+*j*+*y*). Как взрослые носители языка, так и изучающие его, в процессе продуцирования глагольных форм опираются на сложность парадигмы и на морфологические маркеры.

Данные эксперимента, проведенного на материале русского языка с разными группами испытуемых, входят в противоречие как с предположениями двусистемного, так и односистемного подходов (Gor, Chernigovskaya, 2004). С одной стороны, результаты показывают, что так или иначе все группы испытуемых опираются на одно дефолтное правило, а с другой — что частотность глагола влияет на продуцирование форм регулярных классов.

В статье (Gor, 2004) при описании особенностей порождения русских глаголов носителями и изучающими русский язык развивается теория Ч. Янга (Yang, 2002) и предлагается модель «правил и вероятностей» усвоения русских глагольных классов. Отмечается существование двух наиболее общих символических правил: дефолтное «йотовое» правило (конечный гласный основы + *j*) и «нейотовое» правило (конечный гласный основы +  $\emptyset$ ). Эти правила некоторым образом проассоциированы с конечным гласным основы, соответственно, выбор правила в случае столкновения с незнакомым глаголом зависит не только от того, является ли оно дефолтным, но и от конечного гласного основы.

Итак, в свете дискуссий об организации ментального лексикона в данной работе ставится вопрос о том, пользуются ли взрослые и дети с нормальным речевым развитием при образовании глагольных форм аналогией или правилами и какую роль в этом играют частотные характеристики словоформ.

\* Здесь и далее звездочкой (\*) отмечены либо формы квазиглаголов, либо неправильные формы реальных глаголов.

## 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕТОДИКА И ИСПЫТУЕМЫЕ

В экспериментальный материал было включено 80 глаголов четырех глагольных классов по одноосновной системе, разработанной Р.О. Якобсоном и его последователями (Jakobson, 1948; Davidson et al., 1996). Выбор именно этой системы описания глагольных словоизменительных классов обусловлен тем, что одной из групп пилотного эксперимента стали американцы, изучающие русский язык как иностранный, а система Р.О. Якобсона широко используется при обучении русскому языку в американских университетах. Эта система является одним из вариантов описания русских глагольных классов. Она отличается от традиционной (см.: РГ, 1980) тем, что глагольные классы выделяются не через соотношение двух главных глагольных основ, а с помощью одной, классообразующей основы. Это самая длинная из двух традиционных основ (основы настоящего времени и основы инфинитива). Если основы по длине совпадают, то выбирается основа настоящего времени. Глаголы делятся на классы в зависимости от типа выделенной основы, с помощью которой, зная определенные правила, можно образовать все остальные глагольные формы. Каждый класс при этом описании характеризуется тождеством формальных показателей (наличием регулярных чередований согласных и гласных в глагольных корнях, наличием регулярных суффиксальных чередований, регулярным выпадением того или иного суффикса в определенных формах, наличием постоянного ударения на основе у данного класса и т.д.).

В настоящий эксперимент вошло равное число глаголов четырех классов: *-а* класса, *-ай* класса, *-и* класса и *-ова* класса. Свойства этих классов можно свести в следующую таблицу (таблица 1).

В эксперименте использовались частотные, редкие и квазиглаголы каждого класса. Частотные и редкие глаголы составили по 25% от всех стимулов,

**Таблица 1**  
Характеристики глагольных классов, вошедших в эксперимент

Класс	Пример	Спряжение	Основа		Продуктивность и частотность
			Инфинитива	Наст. вр.	
<i>-а</i>	писать — пишу	I	на /а/	на согласный; возможны чередования согласного	—
<i>-aj</i>	читать — читаю	I	на /а/	на /aj/	+
<i>-и</i>	носить — ношу	II	на /и/	в 1 лице ед. ч. на чередующийся согл.; в прочих лицах на согл.	+
<i>-ова</i>	рисовать — рисую	I	на /ова/	на /uj/	+

а квазиглаголы — 50%. Половина квазиглаголов были образованы от частотных, половина — от редких. Квазиглаголы были образованы от реальных глаголов путем замены одного или нескольких звуков в начальном сегменте слова, поэтому такие изменения не приводили к переходу глагола в другой словоизменительный класс. Частотность глаголов определялась по частотному словарю (Засорина, 1977), хотя очевидно, что частотности, отраженные в данном словаре, не всегда совпадают с частотностями, характерными для словоупотребления детей, что связано с выбором текстов, послуживших материалом для данного словаря. Но в специальной литературе данные по частотности глаголов в детской речи фактически отсутствуют. Включение в экспериментальный материал глаголов разной частотности позволило посмотреть, влияет ли частотность на количество правильных ответов в том или ином классе, а квазиглаголы помогли симитировать ситуацию столкновения с новым словом.

В качестве стимула в эксперименте выступал либо глагол в форме инфинитива, либо глагол в форме прошедшего времени множественного числа. Глаголы предъявлялись в случайном порядке. Испытуемых просили образовать форму первого лица единственного числа и форму третьего лица множественного числа настоящего времени.

Тестирование было оформлено в виде микро-диалога:

— Маша и Петя хотят *играть*. Что они хотят делать?..

— *Игра*ть.

— А сейчас они?..

— *Игра*ют.

— А ты?..

— *Игра*ю.

или:

— Вчера Маша и Петя *играли*. А сейчас они?..

— *Игра*ют.

— А ты?..

— *Игра*ю.

В эксперименте приняли участие 22 взрослых носителя языка и 59 детей с нормальным речевым развитием в возрасте от четырех до шести лет (20 детей четырех лет, 19 детей пяти лет и 20 детей шести лет). Ответы испытуемых фиксировались на магнитную ленту. Каждый респондент принимал участие в обоих вариантах теста; перерыв между выполнением тестов составлял от одной недели до одного месяца. Полученные таким образом данные были расшифрованы, был проведен качественный и статистический анализ ответов.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

В этом параграфе сначала будут представлены описательная статистика и качественный анализ полученных результатов, а затем — результаты статистической обработки данных с помощью дисперсионного анализа (ANOVA).

Процент правильных распознаваний основы глагола у взрослых составил 88,3% в тесте со стимулами в форме инфинитива и 90,2% в тесте со стимулами в форме прошедшего времени. Процент правильных распознаваний основ у детей увеличивается с возрастом (особенно у детей шести лет по сравнению с пяти- и четырехлетними), но не достигает уровня взрослого носителя языка (инфинитивный тест: 69,44% у четырехлетних детей, 70,56% у пятилетних детей и 75,59% у шестилетних детей; тест с прошедшим временем: 67,97% у четырехлетних детей, 63,85% у пятилетних детей, 76,03% у шестилетних детей).

Проценты правильных распознаваний основ глаголов разных классов обеих групп испытуемых представлены в таблице 2. Из нее видно, что в среднем взрослые справлялись с распознаванием глагольной основы лучше, чем дети. Тем не менее, обе группы испытуемых хуже всего справлялись с распознаванием глаголов *-а* класса, а лучше — глаголов *-и* и *-ай* классов. При этом у детей количество правильных распознаваний увеличивается с возрастом в *-а* и *-ова* классах в обоих вариантах теста.

В обоих вариантах теста у всех групп испытуемых высокочастотные глаголы независимо от класса стимула распознавались лучше низкочастотных, а низкочастотные — лучше квазиглаголов, образованных и от частотных, и от редких глаголов (см. таблицу 3). Также из этой таблицы видно, что у взрослых реальные глаголы не вызывали практически никаких затруднений.

В таблицах 4, 5, 6 и 7 представлены проценты использования «неправильных» моделей при порождении форм от глаголов разных классов.

Из этих таблиц видно, что репертуар моделей у взрослых носителей языка на порядок меньше, чем у детей дошкольного возраста. У детей встречаются такие модели, как, например, *-ий* модель при образовании форм от *-ай* и *-а* классов или *-авай* модель при образовании форм от глаголов *-ова* класса. Количество «неправильных» моделей, используемых детьми, увеличивается к пяти годам, что, возможно, связано с общим развитием всей системы и появлением новых

**Таблица 2**  
Правильные распознавания основ разных классов, %

		<i>-ай</i>	<i>-а</i>	<i>-и</i>	<i>-ова</i>
Взрослые	Инф.	90,23	73,30	97,16	92,50
	Прош. вр.	92,39	74,66	97,27	96,48
4 года	Инф.	81,88	42,50	87,13	66,25
	Прош. вр.	86,63	36,88	84,38	64,00
5 лет	Инф.	74,87	43,68	90,92	72,76
	Прош. вр.	79,61	36,18	75,13	64,47
6 лет	Инф.	79,50	46,63	89,13	87,13
	Прош. вр.	87,50	48,00	84,88	83,75

**Таблица 3**  
Правильные распознавания основ глаголов разной частотности, %

	Инф.				Прош. вр.			
	ч	р	кч	кр	ч	р	кч	кр
Взрослые	100,00	99,32	78,75	75,11	99,77	99,43	82,95	78,64
4 года	81,00	76,50	62,13	58,13	80,88	69,75	61,00	60,25
5 лет	87,11	74,08	62,50	58,55	80,39	69,34	51,45	54,21
6 лет	90,88	85,63	64,13	61,75	92,00	84,25	63,63	64,25

**Таблица 4**  
«Неправильные» модели, использовавшиеся при порождении глаголов *-ай* класса, %

		<i>-а</i>	<i>-(уй)</i>	<i>-ий</i>	<i>Прош. вр.</i>	<i>Инф.</i>
Взрослые	Инф.	8,86	0,91			
	Прош. вр.	6,48	0,91		0,23	
4 года	Инф.	7,50	10,63			
	Прош. вр.	3,63	9,63	0,13		
5 лет	Инф.	11,05	13,55		0,13	0,39
	Прош. вр.	8,03	8,68	0,13	3,55	
6 лет	Инф.	9,25	11,00			0,25
	Прош. вр.	4,63	6,00	0,25	1,63	

**Таблица 5**  
«Неправильные» модели, использовавшиеся при порождении глаголов *-а* класса, %

		<i>-ай</i>	<i>-(уй)</i>	<i>-ий</i>	<i>Прош. вр.</i>	<i>Инф.</i>	<i>Др.</i>
Взрослые	Инф.	24,89	1,82				
	Прош. вр.	24,89	0,45				
4 года	Инф.	41,63	15,88				
	Прош. вр.	46,63	16,25		0,25		
5 лет	Инф.	38,55	17,11	0,13		0,53	
	Прош. вр.	50,53	10,66	0,13	2,24		0,26
6 лет	Инф.	36,63	16,50			0,25	
	Прош. вр.	40,25	9,50		2,25		

Таблица 6

«Неправильные» модели, использовавшиеся при порождении глаголов *-и* класса, %

		<i>-ай</i>	<i>-(уй)</i>	<i>-ий</i>	<i>-ей</i>	<i>-ой</i>	<i>Прош. вр.</i>	<i>Др.</i>
Взрослые	Инф.	1,02	0,45	1,36				
	Прош. вр.	1,25	0,80	0,68				
4 года	Инф.	6,13	2,50	3,50	0,75			
	Прош. вр.	4,75	1,50	8,25	0,63		0,25	0,25
5 лет	Инф.	2,50	2,24	3,82		0,39	0,13	
	Прош. вр.	3,55	1,84	11,71	0,13		7,11	0,53
6 лет	Инф.	3,75	3,25	2,63	0,13	0,25	0,50	0,38
	Прош. вр.	3,38	3,50	4,63			3,63	

Таблица 7

«Неправильные» модели, использовавшиеся при порождении глаголов *-ова* класса, %

		<i>-ай</i>	<i>-а</i>	<i>-(уй)</i>	<i>-ий</i>	<i>-авай</i>	<i>-ой</i>	<i>Прош. вр.</i>	<i>Инф.</i>	<i>Др.</i>
Взрослые	Инф.	4,20	3,30							
	Прош. вр.	1,48	2,05							
4 года	Инф.	28,50	2,25	2,25		0,75				
	Прош. вр.	31,75	0,63	3,38				0,25		
5 лет	Инф.	23,82	0,79	1,58		0,79	0,13		0,13	
	Прош. вр.	32,24	0,92	0,39	0,13	0,66		1,18		
6 лет	Инф.	7,25	2,88			2,50				0,25
	Прош. вр.	9,00	1,25	0,13		2,75		3,13		

моделей. Также в пользу данного предположения свидетельствует и общее снижение с возрастом употребления дефолтной *-ай* модели (см. таблицу 8), вместо чего начинают употребляться другие модели.

Далеко не все модели используются при порождении форм от глаголов всех классов. К универсальным моделям относятся *-ай* и *-(уй)* модели (например, *хохотать* → \**хохотáю*, \**дрепить* → \**дрепáю*, *целовать* → \**целовáю* и \**китáть* → \**китúю*, \**мохотать* → \**мохотúю*, \**тросить* → \**тросúю*, *бинтовать* → \**бинтовúю*). Также есть модели, которые используются исключительно при порождении форм только от определенных классов. К таким моделям относятся *-авай* модель, которая появляется в реакциях на стимулы *-ова* класса (например,



*\*висковать* → *\*вискаю*), и *-ей* модель в реакциях на глаголы *-и* класса (например, *\*тросить* → *\*тросею*).

Интересно, что дети пользуются *-(уй)* моделью в десятки раз больше, чем взрослые носители языка (см. таблицу 9). Формы с *-уй-* были выделены в отдельную модель на том основании, что этот суффикс появляется даже в формах *-ова* класса. Особенно активно эта модель используется при порождении форм от *-ай* и *-а* классов. Она считается неправильной: в русском языке существуют только два глагола, которые, несмотря на окончание *-ать* в форме инфинитива, приобретают этот суффикс. Это глагол *живописать* — *живописую* и *хиротонисать* — *хиротонисую*, оба глагола не относятся к числу частотных и употребляемых в повседневной речи.

При анализе правильных распознаваний основы не учитывались, во-первых, ошибки в спряжении, которые появляются у детей в основном в *-а* и *-и* моделях (ошибки в других моделях встречались только у одного четырехлетнего ребенка и у двух пятилетних), а во-вторых, ошибки на чередования.

В среднем количество ошибок в спряжении (см. таблицу 10) у взрослых носителей языка меньше, чем у детей (относительно высокий процент ошибок в *-а* классе в тесте со стимулами в форме инфинитива появился за счет одного респондента). У детей же ошибки на спряжение с возрастом снижаются. Больше всего ошибок в спряжении у детей встречается в *-и* классе, что связано с тем, что глаголы этого класса относятся к менее частотному II спряжению.

Самым распространенным типом ошибок на чередования было отсутствие какой-либо смены согласных (тип ошибок 1) (например, *ладить* → *\*ладют*) (см. таблицу 11). В основном этот тип ошибок представлен в формах, образованных по *-а* и *-и* моделям. Однако встречаются случаи появления чередований там, где их быть не должно (тип ошибок 2) (например, *\*гэзать* → *\*гэжуют*), такие ошибки встречаются в формах, образованных по *-(уй)* и *-и* моделям, у всех групп испытуемых и в формах, образованных по *-ай* модели, — у взрослых носителей языка. Также наблюдаются чередования, которых нет в русском

**Таблица 8**

Процент употребления дефолтной *-ай* модели

	Взрослые	4 года	5 лет	6 лет
Инф.	30,09	39,53	34,93	31,78
Прош. вр.	30,00	42,44	41,48	35,03

**Таблица 9**

Процент употребления дефолтной *-(уй)* модели

	Взрослые	4 года	5 лет	6 лет
Инф.	0,80	31,25	34,47	30,75
Прош. вр.	0,54	30,75	21,58	19,13

**Таблица 10**  
Процент ошибок в спряжении

		<b>-а</b>	<b>-и</b>	<b>-ий</b>	<b>-ай</b>	<b>-авай</b>	<b>-ой</b>	<b>-ова</b>
Взрослые	Инф.	2,40	0,90					
	Прош. вр.	0,90	0,90					
4 года	Инф.	1,91	3,94					
	Прош. вр.	0,78	3,28	0,03				
5 лет	Инф.	1,68	5,56	0,07	0,03	0,03	0,07	0,03
	Прош. вр.	1,28	3,22			0,03		
6 лет	Инф.	1,72	3,19					
	Прош. вр.	0,84	2,00					

**Таблица 11**  
Процент ошибок на чередования

Тест	Инф.			Прош. вр.		
Тип ошибок	1	2	3	1	2	3
Взрослые	2,76	1,34	0,26	1,31	0,77	0,09
4 года	8,03	2,69	0,09	7,34	2,19	0,03
5 лет	8,16	2,93	0,33	7,70	0,56	0,13
6 лет	6,78	2,31	0,16	6,63	1,22	0,13

языке (тип ошибок 3), в основном это генерализация л-эпиптетикум (например, \**окожѣть* → \**окажлѣт*), снова этот тип ошибок встречается только в формах, образованных по *-а* и *-и* моделям.

Для подтверждения значимости полученных результатов был проведен статистический анализ по методу ANOVA с помощью статистического пакета SPSS. В качестве зависимой переменной выступало количество правильных ответов, т.е. дополнительно учитывались ошибки в спряжении и в чередованиях, а  $\alpha$ -уровень значимости равнялся 0,05.

Дисперсионный анализ с повторными измерениями показал, что фактор группы влияет на количество правильных ответов на высоком статистическом уровне ( $df=3$ ;  $F=44,958$ ;  $p<0,001$ ). Апостериорный тест по методу Шеффе показал, что группа взрослых носителей языка статистически значимо отличается от детей всех возрастных групп (от детей четырех лет —  $p<0,001$ ; пяти лет —  $p<0,001$ ; шести лет —  $p<0,001$ ). Также было обнаружено статистически значимое различие между детьми шести и пяти лет ( $p=0,007$ ), а также шести и четырех лет ( $p=0,026$ ), тогда как между детьми четырех и пяти лет статистически значимого различия нет ( $p=0,968$ ).

Помимо фактора группы следующие факторы и взаимодействия факторов достигают статистической значимости и, таким образом, влияют на количество правильных ответов: класс глагола ( $df=3$ ,  $F=215,361$ ,  $p<0,001$ ), частотность глагола ( $df=3$ ,  $F=475,368$ ,  $p<0,001$ ), тип теста и группа испытуемых ( $df=3$ ,  $F=3,108$ ,  $p=0,031$ ), класс глагола и группа испытуемых ( $df=9$ ,  $F=9,967$ ,  $p<0,001$ ), частотность глагола и группа испытуемых ( $df=9$ ,  $F=7,133$ ,  $p<0,001$ ), тип теста и класс глагола ( $df=3$ ,  $F=7,941$ ,  $p<0,001$ ), тип теста и частотность ( $df=3$ ,  $F=5,427$ ,  $p=0,001$ ), класс глагола и частотность ( $df=9$ ,  $F=47,759$ ,  $p<0,001$ ), тип теста и группа ( $df=3$ ,  $F=3,108$ ,  $p=0,031$ ).

Также в свете конкуренции различных подходов представляется важным рассмотрение влияния фактора частотности в каждом классе для каждого теста по отдельности. Было установлено, что высокий уровень статистической значимости фактора частотности достигается во всех классах независимо от типа теста и группы испытуемых, за исключением *-ова* класса (см. таблицу 12).

**Таблица 12**

Роль фактора частотности в разных классах в разных типах тестов  
у разных групп испытуемых

Класс	Тип теста	Взрослые	4 года	5 лет	6 лет
-ай	Инф.	$df=3$ , $F=10,468$ , $p<0,001$	$df=3$ , $F=10,233$ , $p<0,001$	$df=3$ , $F=11,256$ , $p<0,001$	$df=3$ , $F=32,941$ , $p<0,001$
	Прош. вр.	$df=3$ , $F=8,226$ , $p=0,002$	$df=3$ , $F=5,792$ , $p=0,001$	$df=3$ , $F=8,328$ , $p<0,001$	$df=3$ , $F=12,803$ , $p<0,001$
-а	Инф.	$df=3$ , $F=29,997$ , $p<0,001$	$df=3$ , $F=28,849$ , $p<0,001$	$df=3$ , $F=29,369$ , $p<0,001$	$df=3$ , $F=55,557$ , $p<0,001$
	Прош. вр.	$df=3$ , $F=19,626$ , $p<0,001$	$df=3$ , $F=31,546$ , $p<0,001$	$df=3$ , $F=17,015$ , $p<0,001$	$df=3$ , $F=86,306$ , $p<0,001$
-и	Инф.	$df=3$ , $F=13,680$ , $p<0,001$	$df=3$ , $F=5,090$ , $p=0,003$	$df=3$ , $F=12,541$ , $p<0,001$	$df=3$ , $F=21,838$ , $p<0,001$
	Прош. вр.	$df=3$ , $F=8,972$ , $p=0,001$	$df=3$ , $F=10,881$ , $p<0,001$	$df=3$ , $F=7,699$ , $p<0,001$	$df=3$ , $F=14,537$ , $p<0,001$
-ова	Инф.	$df=3$ , $F=2,134$ , $p=0,136$	$df=3$ , $F=1,762$ , $p=0,162$	$df=3$ , $F=1,536$ , $p=0,213$	$df=3$ , $F=1,623$ , $p=0,191$
	Прош. вр.	$df=3$ , $F=19,783$ , $p=0,288$	$df=3$ , $F=1,354$ , $p=0,263$	$df=3$ , $F=1,341$ , $p=0,268$	$df=3$ , $F=1,479$ , $p=0,227$

Также было обнаружено, что у взрослых носителей языка только в *-а* классе количество правильных ответов отличается от количества правильных ответов в остальных классах на высоком уровне статистической значимости ( $p < 0,001$ ) в обоих вариантах теста. В случае детей же ситуация несколько сложнее. У испытуемых четырех лет обнаружены статистически значимые различия между всеми классами (в тесте со стимулами в форме инфинитива  $p \leq 0,003$ , в тесте со стимулами в форме прошедшего времени  $p \leq 0,018$ ). У испытуемых пяти лет обнаружены статистически значимые различия в тесте со стимулами в форме инфинитива между *-ай* и *-а* классами ( $p < 0,001$ ), между *-ай* и *-и* классами ( $p < 0,001$ ), между *-а* и *-ова* классами ( $p < 0,001$ ), между *-и* и *-ова* классами ( $p = 0,001$ ), в тесте со стимулами в форме прошедшего времени, как и у детей четырех лет, все классы статистически значимо различаются между собой ( $p \leq 0,017$ ). У детей шести лет в обоих тестах, как и у взрослых носителей языка, *-а* класс по количеству правильных ответов статистически значимо отличается от остальных ( $p < 0,001$ ), но есть значимые отличия внутри этих классов: в тесте со стимулами в форме инфинитива *-и* класс отличается от *-ова* ( $p < 0,001$ ), а в тесте со стимулами в форме прошедшего времени *-ай* класс от *-и* ( $p < 0,001$ ) и *-и* класс от *-ова* ( $p < 0,001$ ).

#### 4. Выводы

Итак, можно сказать, что в целом система глагольных классов складывается к четырем годам, — к этому возрасту дети уже относительно хорошо распознают основы разных классов, но не достигают уровня взрослого носителя языка.

Система глагольных классов у взрослых носителей языка выглядит следующим образом: они отлично справляются с распознаванием классов реальных глаголов, но в квазиглаголах классы распознаются хуже, чем в реальных. В среднем плохо распознавался только непродуктивный *-а* класс. Ошибки в спряжении наблюдаются только в реакциях на квазиглаголы.

Система глагольных классов у детей изменяется и совершенствуется с возрастом. Эти изменения затрагивают как качественный, так и количественный уровни: увеличивается общее число правильных распознаваний основы и правильных ответов; увеличивается репертуар моделей; снижается употребление дефолтного *-ай* класса за счет появления новых моделей и увеличения общего числа правильных ответов; снижается количество ошибок в спряжении.

Как и в случае взрослых испытуемых, детьми реальные глаголы распознаются лучше квазиглаголов. Больше всего правильных ответов детьми дошкольного возраста было дано на глаголы *-ай* класса, чуть меньше на *-ова*, еще меньше на *-и* и совсем мало на *-а* класс. Если сравнить эти результаты с таблицей морфологических показателей каждого класса, то видно, что самым легким классом оказался продуктивный *-ай* класс без чередований, относящийся к первому спряжению, чуть более сложным — опять-таки продуктивный *-ова* класс первого спряжения с чередованием суффикса, еще более сложным стал продуктивный *-и* класс, относящийся к более редкому второму спряжению, с чередованием конечного согласного основы в некоторых формах, а самым

сложным — *-а* класс, который хоть и относится к первому спряжению и имеет чередования конечного согласного основы во всех формах, но является непродуктивным, а также формально совпадает с *-ай* классом в форме инфинитива. При порождении форм квазиглаголов, оканчивающихся на *-ать*, испытуемые должны были угадывать класс глагола и часто делали выбор в пользу дефолта. Таким образом, на порождение глагольных форм у детей оказывает действие целый ряд морфологических факторов.

Материал настоящего исследования полностью не подтверждает ни одной из двух основных гипотез устройства ментального лексикона. С одной стороны, наблюдается влияние фактора частотности во всех классах, кроме *-ова*. Последнее обстоятельство вступает в противоречие с обоими подходами (и модулярным, и сетевым), так как, по всей видимости, здесь оказывается важным не фактор регулярности или нерегулярности, а скорее, фактор узнаваемости: *-ова* класс обладает настолько яркими морфологическими показателями принадлежности к определенному классу, что частотность стимула перестает играть значимую роль.

Не в пользу односистемного подхода свидетельствует и появление суффикса *-уй-* в реакциях на стимулы самых разнообразных классов не только у детей, но и у взрослых. Особенно активно он используется при порождении форм от *-ай* и *-а* классов. Едва ли испытуемые могли в данном случае воспользоваться аналогией с глаголами *живописать* и *хиротонисать*. Дополнительным подтверждением того, что дети далеко не всегда пользуются аналогией, может служить следующее явление: в процессе порождения форм они могут эксплицитно указывать, на какой реально существующий глагол похож тот или иной квазиглагол, однако на выбор модели это не влияет (например, ребенку предьявляется стимул *\*кля́вать*, и он отмечает, что это слово похоже на *плавать*, но при этом порождает следующие формы: *\*клявúю*, *\*клявúют*).

Результаты исследования, однако, не противоречат модели «правил и вероятностей» К. Гор (Gor, 2004). Выбор общего символического правила зависит от конечного гласного основы, с одной стороны; с другой стороны, в случае возможности использования обоих правил важными становятся фактор частотности самого класса, его продуктивность и частотность самого глагола. Например, конечный гласный основы *-и-* предполагает использование «нейотового» правила, что подтверждается достаточно высоким процентом правильных распознаваний основы, но в случае конечного гласного *-а-* могут быть применены оба правила (дефолтное «йотовое» и «нейотовое»), и тогда важную роль начинают играть частотности и продуктивность. В пользу того, что дефолтным правилом является «йотовое» правило, говорят такие модели, как *-ий* (*\*лосúть* → *\*лосúю*) и генерализация *-ай* модели не только в *-а* классе, но и, например, в *-ова* (*зимовáть* → *\*зимовáю*).

Итак, полученные результаты, с одной стороны, указывают на постепенное усвоение русских глагольных классов детьми: чем старше становится ребенок, тем более сложной становится глагольная система, тем не менее к шести годам система еще до конца не сформирована. С другой стороны, наши результаты дают новые свидетельства особенностей порождения глагольных форм в языке со сложной морфологией, что особенно важно в свете дискуссии об организации ментального лексикона человека.

## ЛИТЕРАТУРА

- Гагарина Н.В. Этапы развития грамматической системы языка в зеркале освоения грамматики глагола (опыт предварительного анализа) // Теоретические проблемы функциональной грамматики: Материалы Всероссийской научной конференции. СПб., 2001. С. 260–271.
- Засорина Л.Н. Частотный словарь русского языка. М., 1977.
- Касевич В.Б. Онтолингвистика, типология и языковые правила // Язык и речевая деятельность. Т. 1. СПб., 1998. С. 31–40.
- Русская грамматика: Фонетика. Фонология. Ударение. Интонация. Словообразование. Морфология. Т. 1. М., 1980. С. 647–663.
- Цейтлин С.Н. Язык и ребенок: лингвистика детской речи. М., 2000.
- Черниговская Т.В. Экспериментальное исследование лексикона и морфологических процедур у говорящих на русском языке взрослых и детей: правила или аналогии? // Вестник РГНФ, 4. М., 2002. С. 123–128.
- Bird H., Lambon Ralph M.A., Seidenberg M.S., McClelland J.L., Patterson K. Deficits in phonology and past-tense morphology: What's the connection? // *Journal of Memory and Language*. 48. 2003. P. 502–526.
- Braber N., Patterson K., Ellis K., Lambon Ralph M.A. The relationship between phonological and morphological deficits in Broca's aphasia: Further evidence from errors in verb inflection // *Brain and Language*. 92. 2005. P. 278–287.
- Bybee J.L. Regular morphology and the lexicon // *Language and Cognitive Processes*. 10. 1995. P. 425–455.
- Chernigovskaya T., Gor K. The complexity of paradigm and input frequencies in native and second language verbal processing: Evidence from Russian // *Language and language behavior*. V. 3. P. II. SPb. 2000. P. 20–38.
- Clahsen H. Lexical entries and rules of language: A multidisciplinary study of German inflection // *Behavioral and Brain Sciences*. 22. 1999. P. 991–1060.
- Davidson D.E., Gor K.S., Lekic M.D. *Russian: Stage One: Live from Moscow!* Kendall/Hunt Publishing Company: Dubuque, Iowa, 1996.
- Gor K. The Rules and Probabilities Model of Native and Second Language Morphological Processing // Теоретические проблемы языкознания: Сборник статей к 140-летию кафедры общего языкознания / Гл. ред. Л.А. Вербицкая. СПб., 2004. С. 51–75.
- Gor K., Chernigovskaya T. Formal Instruction and the Acquisition of Verbal Morphology // *Investigation in Instructed Second Language Acquisition*. Mouton de Gruyter, Berlin, New York, 2004. P. 103–139.
- Gor K., Chernigovskaya T. Mental Lexicon Structure in L1 and L2 Acquisition: Russian Evidence // *Glossos* (<http://www.seelrc.org>). 2003.
- Gor K., Chernigovskaya T. Rules in the Processing of Russian Verbal Morphology // *Current Issues in Formal Slavic Linguistics* / Ed. by G. Zybatow, U. Junghanns, G. Mehlhorn, L. Szucsich. Frankfurt/Main, 2001. P. 528–536.
- Hahn U., Chater N. Similarity and rules: distinct? exhaustive? empirically distinguishable? // *Cognition*. 65. 1998. P. 197–230.
- Jaeger J., Lockwood D., Kemmerer R., Van Valin R., Murphy B., Kahlak H. A positron emission tomography study of regular and irregular verb morphology in English // *Language*. 72. 1996. P. 451–497.
- Jakobson R.O. Russian conjugation // *Word*. 4. 1948. P. 155–167.
- Joanisse M., Seidenberg M. Imaging the past: Neural activation in frontal and temporal regions during regular and irregular past-tense processing // *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*. 5 (3). 2005. P. 282–296.

- Lambon Ralph M.A., Braber N., McClelland J.L., Patterson K. What underlies the neuropsychological pattern of irregular > regular past-tense verb production? // *Brain and Language*. 93. 2005. P. 106–119.
- Lavric A., Pizzagalli D., Forstmeier S., Rippon G. A double-dissociation of English past-tense production revealed by event-related potentials and low-resolution electromagnetic tomography (LORETA) // *Clinical Neurophysiology*. 112. 2001. P. 1833–1849.
- Markus G.F., Pinker S., Ullman M., Hollander M., Rosen T.J., Xu F. Overregularization in language acquisition // *Monographs of the Society for Research in Child Development*. 57 (4). Serial № 228. Chicago: University of Chicago Press, 1992.
- Niemi J. Paradigm Competition: An Experimental Note on Finnish Verbs // [http://www.ling.helsinki.fi/sky/julkaisut/SKY2006\\_1/1.3.6.NIEMI.pdf](http://www.ling.helsinki.fi/sky/julkaisut/SKY2006_1/1.3.6.NIEMI.pdf), 2006.
- Orsolini M., Marslen-Wilson W. Universals in morphological representation: Evidence from Italian // *Language and Cognitive Processes*. 12. 1997. P. 1–47.
- Pinker S. Rules of language // *Science*. 253. 1991. P. 530–535.
- Pinker S. *Words and Rules: The Ingredients of Language*. New York, 1999.
- Plunkett K., Marchman V. From rote learning to system building: Acquiring verb morphology in children and connectionist nets // *Cognition*. 48. 1993. P. 21–69.
- Plunkett K., Babelow S. Stochastic approaches to understanding dissociations in inflectional morphology // *Brain and Language*. 98. 2006. P. 194–209.
- Prasada S., Pinker S. Generalization of regular and irregular morphological patterns // *Language and Cognitive Processes*. 8. 1993. P. 1–56.
- Ragnasdóttir H., Simonsen H.G., Plunkett K. Acquisition of past tense inflection in Icelandic and Norwegian Children // *Proceedings of the 28th Annual Child Language Research Forum*. Stanford, 1996.
- Rumelhart D.E., McClelland J.L. On learning the past tenses of English verbs // *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructures of cognition*. Vol. 2. Cambridge, MA: Bradford/MIT Press, 1986. P. 216–271.
- Simonsen H.G. Past tense acquisition and processing in Norwegian: Experimental evidence // *Language and Language Behavior*. 3/II. 2000. P. 86–101.
- Ullman M.T. Acceptability ratings of regular and irregular past-tense forms: Evidence for a dual-system model of language from word frequency and phonological neighborhood effects // *Language and Cognitive Processes*. 14. 1999. P. 47–67.
- Ullman M.T. Contributions of memory circuits to language: the declarative/procedural model // *Cognition*. 92. 2004. P. 231–270.
- Ullman M.T., Gopnik M. Inflectional morphology in a family with inherited specific language impairment // *Applied Psycholinguistics*. 20. 1999. P. 51–117.
- Ullman M.T., Corkin S., Coppola M., Hickok G., Growdon J.H., Koroshetz W.J., Pinker S. A neural dissociation within language: evidence that the mental dictionary is part of declarative memory, and that grammatical rules are processed by the procedural system // *Journal of Cognitive Neuroscience*. 9(2). 1997. P. 266–276.
- Ullman M., Pierpont E. Specific language impairment is not specific to language: the procedural deficit hypothesis // *Cortex*. 41. 2005. P. 399–433.
- Yang C.D. *Knowledge and Learning in Natural Language*. Oxford: Oxford University Press, 2002.



# ДЕТСКИЕ АНЕКДОТЫ И ОСТРОУМИЕ У ДЕТЕЙ: КОГНИТИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И КОММУНИКАТИВНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

**И.В. Утехин**

Отправной точкой нашего интереса к тому, как устроены и как функционируют детские анекдоты, послужил эпизод, который нельзя было не записать в блокнот. Вот как, согласно этой записи, девятилетний Арсений рассказывает шестилетней Жене анекдот /1/:

**Арсений:** *Псих пишет письмо домой из сумасшедшего дома: «Живем мы здесь хорошо. Недавно нам построили бассейн. Мы прыгаем в него с вышки. Говорят, что если мы будем себя хорошо вести, то в него и воду нальют».* (Смеется.)

**Женя** (озадаченно): *А зачем воду нальют?.. А-а, чтобы они утонули, да?* (Смеется.)

**Арсений** (смеется): *Ну, ты не понимаешь, они же без воды прыгали!*

**Женя:** *Давай лучше я тебе расскажу... /2/ Едут на машине мальчик маленький с папой. Мальчик спрашивает: «Папа, на чем мы едем?» — «На машине». А мальчику послышалось «на сосиске». Потом машина врезалась в другую, а мальчик спрашивает: «Папа, а во что мы врезались?» — «В другую машину». А мальчику послышалось «в салат». Подходит милиционер. Мальчик спрашивает: «Папа, а кто это?» — «Это милиционер». А мальчику послышалось «милисиськин». Он и говорит милиционеру: «Дядя милисиськин, отпустите нас, пожалуйста!»* (Женя смеется.)

**Арсений:** *Я этот знаю.*

Обратим внимание на то, что в этом диалоге каждый рассказчик смеется только над своим собственным анекдотом.

Взрослому уже потому забавно слушать, как дети рассказывают анекдоты, что сами эти анекдоты ему чаще всего известны. Он и сам их когда-то рассказывал. Например, он помнит известные полные версии тех анекдотов, которые попытались рассказать друг другу Арсений и Женя. Эти версии включают в себя некоторые пропущенные рассказчиками подробности: в примере /1/ это последняя фраза письма (в канонической версии она выглядит *«Нам сказали, что, когда мы научимся нырять, нам и воду нальют»*), а в анекдоте /2/ мальчик должен бы обратиться к стражу порядка не прозой, а стихами (*«Товарищ милисискин, /Шофер не виноват. /Мы ехали в сосиске /И врезались в салат»*).

Расхождения между версиями, и прежде всего редукция текста рассказчиком, очень показательны. Ведь рассказчику его анекдот кажется смешным и достаточным, он именно так его понимает и так помнит. Даже если он от кого-то слышал все подробности, они показались ему несущественными, не запомнились и не воспроизводятся в пересказе. Между тем потерянные рассказчиком детали могут быть очень существенны. Так, соль анекдота /2/ состоит как раз в опущенных стихотворных строках, из которых шестилетняя девочка оставляет только комично-хулиганское в своем созвучии с сиськой обращение к милиционеру (восходящее, вероятнее всего, к «милицейский»). При этом теряется «товарищ», который создавал комичный стилистический диссонанс с «милисискиным»: «товарищ» превращается в «дядю». В результате мало того, что пропадает пуант — текст утрачивает свою целостность: изложенная в его начале подготовительная история с сосиской и салатом, призванная мотивировать стихотворные строки, повисает в воздухе.

Девятилетний мальчик более искушен и в постижении смысла анекдотов, и в их рассказывании. В примере /1/ он опускает не столь уж важную деталь (*«когда научимся нырять»*). Возможно, рассказчику повзрослее она не показалась бы лишней: ныряние без воды не просто абсурдно, как прыгание с вышки в сухой бассейн, а невозможно. Аномалия здесь относится не только к изображаемому миру, но и к языку (аномально употребление глагола «нырять»). Получается, что рассказчик заменил абсурдное требование (научиться нырять без воды) более понятным (вести себя хорошо), тем самым эксплицировав имеющуюся в анекдоте «дисциплинарную» тематику, но снизив градус несурразности, упростив ее.

Несурразность, таким образом, бывает разная. Она может быть более или менее сложной, в том числе и куда более сложной и утонченной, чем простой перевертыш или преувеличение, само по себе уже часто достаточное для детского юмора. Она может относиться к миру повествования, а может касаться тех или иных аспектов употребления языковых средств.

В анекдоте бессмыслица привязана к его общему смыслу и так или иначе мотивирована. Эту мотивацию — собственно, цельность текста — компетентный ценитель анекдота должен уметь увидеть и уже в ее свете интерпретировать пуант (например, в /2/ не только понять, что прыгали без воды, но и что абсурдные действия производятся в рамках воспитательной политики, которой воспитуемые довольны, ср. «мы живем хорошо»).

Соответственно, сколько бы несурразности ни имелось уже в самой завязке анекдотической истории, в ее экспозиции, структура анекдота предполагает

наличие другой, главной несуразности в развязке, причем эта несуразность должна получить неожиданное объяснение. Ожидание неожиданности задается самим жанром анекдота, равно как и ожидание того, что объяснение будет носить несерьезный, игровой характер.

Юная слушательница не справляется с когнитивной сложностью этой двоякой задачи — оценить внутреннюю несуразность ситуации и увидеть ее мотивацию, связь с остальной частью текста. Поэтому она не сразу понимает, над чем здесь смеяться, и задает вопрос рассказчику («зачем воду нальют?»). А когда понимает и смеется, оказывается, что смеется она не над тем, чем призван смешить этот анекдот, а над чем-то гораздо более простым, что она сама себе придумала: она не поняла пуанта (ср. ее реплику о том, что воду нальют, чтобы утопить психов).

Собственно, уже из этого диалога видно, что и рассказывать анекдот, и смеяться над ним можно даже не очень хорошо понимая этот анекдот.

Наблюдения над тем, как и что рассказывают дети друг другу ради смеха, дают пищу для размышлений не только о специфике детского остроумия, но и о процессе освоения детьми смешного. Особенно показательны в этом отношении материалы, полученные в разновозрастной компании, где можно встретить разные варианты одних и тех же текстов и возрастные различия в их понимании и рассказывании. Сравнение разных вариантов проливает свет на уровни освоения рассказчиком смысла анекдота: как редукция текста, так и его развертывание по отношению к «образцовой» версии показывают, в какой мере пуант и цельность текста (ориентация целого на пуант) понятны рассказчику.

## 1. СЕМАНТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И КОГНИТИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Определим, что здесь и далее мы считаем «детскими» анекдотами. С конца 1980-х годов взрослые анекдоты стали публиковаться в массовых изданиях и передаваться по радио и телевидению, что не могло не затронуть бытования жанра анекдота; детские анекдоты, однако, избежали такого воздействия. Они не публиковались и, скорее всего, не публикуются до сих пор, если не считать специальных работ по детскому фольклору. То, что обычно публикуется под названием детских анекдотов, это взрослые анекдоты «про детей», где дети участвуют в качестве героев. Ребенок вообще удобный персонаж для анекдота, поскольку наивность и непосредственность, с которой дети нарушают социальные нормы, вовсе не только в анекдоте, но и в жизни нередко становится для взрослых источником смешного.

Анекдоты, которые рассказывают друг другу дети старшего дошкольного и младшего школьного возраста\*, не представляют для взрослых особого

---

\* Примеры, на которые мы опирались, собраны нами в мае 1997 г. Большинство из них были записаны на диктофон и затем транскрибированы; однако использованы также несколько текстов, записанные собирателем в блокнот непосредственно после того, как были

интереса: взрослым они кажутся не смешными, а глупыми. И если взрослые смеются, услышав такой анекдот из детских уст, то смеются они скорее над рассказчиком, а не над анекдотом.

Эта присущая детским анекдотам «глупость» по-своему закономерна. В какой-то момент она начинает ощущаться подростками, которые среди всех анекдотов выделяют так называемые «детские»: они, конечно, смешные, но подросток пробует дистанцироваться от их характерной детской «глупости». Часто вместо рассказывания детских пересказывают взрослые анекдоты, услышанные с экрана или где-то прочитанные. Поскольку, однако, тематика взрослого юмора пока остается в целом чужда рассказчику, его смех над взрослым анекдотом вызван не совсем тем же самым, над чем смеется в этом анекдоте взрослый — даже если пуант остается на месте и семантические операции, необходимые для его понимания, реализованы.

Как мы попытались показать (Утехин, 2001), утрата рассказчиком пуанта может свидетельствовать и о непонимании анекдота, и о недостаточной нарративной компетенции (т.е. о неспособности построить связный рассказ), и об особенностях запоминания, приводящих к небуквальному воспроизведению. Так что причиной редукции текстов может быть не только неполное понимание и соответствующий пропуск элементов сюжета, но и особенности памяти: рассказчик может помнить суть анекдота, но быть не в состоянии дословно воспроизвести текст. Это случается не только с детьми.

Целый разряд анекдотов, однако, требует дословного воспроизведения, по крайней мере, той части текста, в которой содержится пуант. Пуант в этом случае разрушается при замене (например, каламбура) на синонимичные выражения или при переводе на другой язык. В свое время на это обратил внимание, в частности, Ч. Хокетт, обратившийся к критерию переводимости, чтобы отличить «поэтические» анекдоты от «прозаических»: в некоторых случаях перевод невозможен, потому что смешное опирается на языковые механизмы (в том числе на рифму, созвучие или фонетическую или синтаксическую двусмысленность). Однако даже если текст и переводим, на другом языке он может стать несмешным, но не из-за перевода, а из-за разницы в культурных особенностях; при этом каламбурные анекдоты — лишь одна из разновидностей «поэтических» (Hockett, 1972, p. 157).

Рассказчик, опустивший каламбур и, тем не менее, смеющийся над анекдотом, понимает лишь общий смысл повествования, но не суть пуанта.

Не только редукция текста, но и, наоборот, дополнение рассказа лишними подробностями может свидетельствовать о неполном понимании, особенно

---

рассказаны, либо записаны детьми по просьбе собирателя. При обсуждении структуры и содержания анекдотов мы приводим собственно запись анекдота, опуская особенности рассказывания (паузы, колебания, сбои и запинки); в тех же случаях, когда обсуждается ход взаимодействия участников диалога при рассказывании анекдота, мы прибегаем, где это возможно, к более подробной транскрипции (см. объяснение транскрипционных знаков в Приложении). Другая группа примеров заимствована из материалов Вадима Лурье ([http://www.ruthenia.ru/folktee/CYBERSTOL/I\\_AM/det\\_anekdot.html](http://www.ruthenia.ru/folktee/CYBERSTOL/I_AM/det_anekdot.html)); такие тексты помечены шифром собирателя, например (1989-108-5-b).

в том случае, если подробности помещаются вне тех зон, которые допускают импровизацию, ср. такой примечательный текст /3/:

*Говорит король: «Кто пройдет через заколдованный лес, тому дам мою дочь, два мешка золота и полцарства». Немец бежит, бежит, бежит, видит — сокол летит [и говорит]: «Хочешь, дам мудрый совет, чужестранец?» — «Отстань!» Идет, видит поле мертвецов, которые встали, — сразу же смылся. С поляком то же самое. Русский идет. «Хочешь дам мудрый совет?» — «Давай». — «Когда увидишь нечистую силу, спрашивай: “Чего тебе надо, нечистая сила?”» Видит поле мертвецов и спрашивает: «Чего тебе надо, нечистая сила?» Все сразу исчезли. Видит поле, а там осьминоги кровавые. Его кровью окутало, вот-вот задушат чьи-то невидимые руки. «Чего тебе надо, нечистая сила?» Все сразу исчезло. Видит, из кустов тянется белая-белая рука — видно, кто-то очень слабый умер. «Чего тебе надо, нечистая сила?» — «Бума-а-ажки! Я здесь уже два года сижу!»*

Самое последнее предложение этого рассказа добавлено уже после пуанта и не входит в каноническую версию других рассказчиков, которые на «бумажке» останавливаются. Это подвигло нас задать рассказчику и нескольким детям, которым этот анекдот был известен, прямой вопрос о пуанте: зачем, по их мнению, сидящему в кустах нужна бумажка.

Такой вопрос ставил их в тупик. Чтобы анекдот оказался смешным, им не нужно было знать, зачем бумажка. Но еще любопытнее, что разъяснение, зачем все-таки нужна бумажка, прибавляет анекдоту комичности только для самых старших из тех, кто не догадывался о ее назначении. Младшие воспринимают эту информацию серьезно, но не могут связать ее с общим смыслом текста, как он ими реконструируется — и не смеются запоздало, как жираф, до которого «дошло».

Несмотря на то, что цитируемая версия записана уже после пояснений рассказчику относительно смысла бумажки, он все равно приводит выдуманные подробности о «белой-белой» руке и добавляет последнюю фразу, избыточную с точки зрения искушенных и прибавляющую комизма только с точки зрения тех, кто не постиг назначение бумажки. Характерно, что для таких «довесков» (в тексте примера они выделены полужирным шрифтом) чаще всего используются неизменно вызывающие у детей смех гиперболы — вероятно, самый примитивный источник смешного.

Анекдотическая несуразность, касающаяся ситуаций, поведения персонажей и языковой неоднозначности, существенно сложнее гиперболы. Поступок персонажа оказывается смешным, когда персонаж наивно делает глупость, а мы должны распознать эту глупость и смеяться над его несведущей наивностью с нашей ненаивной колокольни. Как отмечал З. Фрейд, «наивное аналогично остроте по тексту и содержанию» (Фрейд, 1991, с. 354). Обильный материал, иллюстрирующий этот тезис, можно найти у Корнея Чуковского в «От двух до пяти», где многие наблюдения над речью и поведением детей сопоставимы по форме с моделями, встречающимися в анекдотах, детских и взрослых: у Чуковского это анекдоты из жизни.

Заметим, что наивность персонажа можно полагать смешной, только если этому персонажу уже приписаны чувства, намерения, планы и убежде-

ния. Эта способность наделить другого психическими свойствами («theory of mind») играет большую роль в онтогенезе коммуникации вообще и речевой коммуникации в частности\*. Однако понимание психических состояний (направленности внимания, желаний, эмоций) других людей в повседневной жизни не означает автоматически опоры на аналогичные представления при интерпретации повествования. В самом элементарном случае в анекдотическом повествовании представлена точка зрения персонажа, его горизонт восприятия: так, в некоторых анекдотах персонажу известно не все, что известно слушателю или другому персонажу, и комичное содержится в неадекватной интерпретации ситуации этим персонажем и соответственной неадекватности его поведения (скажем, он воспринимает на свой счет страшные угрозы, которые невидимый ему пьяница адресует мухе, залезающей в бутылку\*\*).

Более сложными оказываются сюжеты, где для понимания комизма нужно представлять себе эмоции и побуждения героев. При этом существенно, что разные перспективы и психологические состояния персонажей в тексте анекдота нередко не названы прямо, а представлены имплицитно: о них нужно сделать вывод. Это очевидно в тех случаях, когда в семантической структуре повествования имеет место «кадрирование» ситуации\*\*\*. В таких случаях в развязке слушатель должен переключиться на более широкое видение ситуации, которое вступает в конфликт с уже сложившимся у него представлением, которое может совпадать с перспективой одного из героев\*\*\*\*. Ср. следующий текст, в структуре и тематике которого нет, впрочем, ничего собственно детского: /5/ *Карлсон, который живет на крыше, попросился к одной женщине. Она сказала: «А если муж придет?» — «Я в окно». — «Но ведь пятнадцатизэтажный дом!» — «Я ведь Карлсон, возьму и улечу». — «Ну ладно». Только расположились, загремел ключ в дверях. Жена испугалась, выбросила Карлсона в окно. Муж зашел в комнату и спрашивает: «Кто у нас сегодня был?» — «Никто». — «А чьи штаны с пропеллером?» (1993-50-5-v).* В данном случае вплоть до развязки слушатель может не догадываться о том, что Карлсон улетел без штанов, но эта подробность оказывается в повествовании мотивирована указанием на занятия Карлсона с женщиной в момент, когда вернулся муж (он «попросился», они «расположились»): только вполне определенное

\* Работа над проблематикой метарепрезентации и теории психического была поддержана грантом РФФИ № 06-06-80152а.

\*\* В данном случае эта разница перспектив прямо объясняется в финале анекдота. Аналогичны по семантической структуре тексты, где слушатель должен сам догадаться об особенностях представления реальности персонажем (ср. /4/ *Ходит Ежик вокруг бочки и говорит: «Когда же этот забор кончится?»* [1993-50-5-v]); подобные тексты наиболее ярко показывают сходство анекдота и загадки.

\*\*\* Применительно к семантике загадки см. об этом у А. Журина (Журинский, 1989). В этой работе показано, что семантическая структура загадки предполагает соотношение двух ситуаций, исходной (данной в разгадке) и преобразованной (представленной в загадке), кодирующей исходную с использованием того или иного рода трансформаций, одна из которых сводится к изменению перспективы, когда «за кадром» остаются существенные компоненты исходной ситуации.

\*\*\*\* В разных теоретических концепциях эти два противоречащие друг другу представления ситуации могли бы обозначаться как две изотопии (в терминах, восходящих к французской структурной семантике) или как два разных сценария.



истолкование этих неэксплицитных указаний придает тексту целостность\*. Наивными персонажами здесь оказываются Карлсон (не ожидавший полета в окно без штанов) и женщина; перспектива слушателя вплоть до понимания пуанта также остается «наивной»\*\*.

В фантастических ситуациях, отраженных в детских анекдотах, мы можем найти все те компоненты представления о психическом, которые изучались в качестве проявлений способности к theory of mind: это неадекватное представление реальности (false belief) персонажем, обман, разные перспективы. Представление чужой точки зрения, отличной от твоей собственной, для маленького ребенка, как известно, большая проблема: эгоцентризм, согласно Ж. Пиаже, является основной чертой мышления ребенка. Самое начало долгого пути преодоления детского эгоцентризма замечательно изображено у Чуковского. Так, один двухлетний мальчик говорит угрожающе, если его обижают: «Сейчас темно сделаю!» И закрывает глаза, «убежденный, что благодаря этому весь мир погрузится во тьму» (Чуковский, 1983, с. 81).

Задолго до использования связных повествований с наивными персонажами ребенок осваивает принцип «понарошку» в символической игре. Ж. Пиаже (Piaget, 1992[1945]) относит первые элементы игрового поведения к младенческому периоду, когда — еще задолго до появления интеллекта, опирающегося на понятия и умственные образы — сенсомоторный интеллект уже дает возможность применять известные схемы действия не всерьез, а ради забавы. Способность делать что-то понарошку проявляется в конце этапа сенсомоторного интеллекта и знаменует появление «символов»: например, ребенок может играть с желудем как с конфетой или присесть на ведро как на горшок, при этом вовсе не обязательно разгрызая желудь или по-настоящему пользуясь ведром как горшком. Перенос в игре привычные схемы действия на предметы, которые изначально с этими схемами не ассоциировались, ребенок пользуется символическими средствами: чтобы ради удовольствия перенести схему действия из одних обстоятельств в другие, для нее нехарактерные, нужно уже иметь, так сказать, в чем нести, требуется способность пользоваться умственными образами, из которых, собственно, и состоит фантазия.

В игровом характере действия уже потенциально содержится сдвиг в сторону несурзости словесного перевертыша: возможно получать удовольствие

\* В терминологии Ч. Пирса тип рассуждения, которое приводит к пониманию такого построения, представляет собой абдукцию (гипотетический вывод). В случае с пониманием анекдота этот вывод, переключающий внимание слушателя с разрозненных элементов повествования на целостную картину, инсайтоподобен.

\*\* В несколько ином смысле о «перспективизации» как свойстве языка вообще и необходимой части языковой компетенции пишет, в частности, М. Томазелло: многие единицы языка уже заключают в себе определенную перспективу, а выбор языковых средств, например, для осуществления референции предполагает поправку на то, что, по представлениям говорящего, в голове у слушающего. Это проявляется, среди прочего, и в способности строить связный рассказ — ведь что для одного слушающего связный рассказ, для другого не поддается интерпретации. Томазелло (например, Tomasello, 2000, p. 153, 166, 170 е.а.) прослеживает онтогенетические и отчасти филогенетические аспекты этих ключевых, по его мнению, характеристик языка и его использования.



и смеяться, специально (нарочито, «нарочно») действуя понарошку таким образом, что нарушение известных закономерностей оказывается забавным. Отталкиваясь от идей Пиаже, П. Макги (McGee, 1979, Р. 45–83) предложил схему стадийного развития раннего детского юмора, которая описывает усложнение когнитивных механизмов, стоящих за вызывающим смех собственным действием или воспринимаемым событием:

1. Игровые действия, не соответствующие объектам.
2. Игровое несуразное название объектов и событий.
3. Нарушения, опирающиеся на понятийное мышление.
4. Словесная неоднозначность.

Стадия 3 этой схемы включает в себя опору на признаки, включенные в представление о предмете или событии: смешным оказывается не просто, например, название кошки собакой, а, скажем, рисование кошки с рогами (и озвучивание такой кошки «му» вместо «мяу»). Причем забавность подобного переименования может быть большей или меньшей и зависит от количества признаков-перевертышей — в отличие от стадии 2, где забавность либо есть, либо ее нет вовсе. Стадия 4 предполагает осознание многозначности слов и тем самым открывает дорогу ко взрослым формам юмора, но даже более важно, что мышление ребенка на этой стадии больше не требует непосредственной опоры на восприятие внешних признаков, а потому ему оказываются открыты более абстрактные несуразности, связанные с нарушением привычных семантических сценариев.

Возникающие в игре символы, по Пиаже, не требуют социального взаимодействия. Я сам для себя могу придумать, что этот карандаш в моей игре будет автобусом. Однако остроумие имеет социальную природу и принципиально связано с коммуникативным взаимодействием, поэтому когнитивно-стадийные построения нуждаются в дополнении, чтобы учесть закономерности онтогенеза коммуникации.

Начало активного окказионального остроумия у детей можно усмотреть в игре, в которой отрабатываются игровые, несерьезные модусы взаимодействия; классический пример анализа роли игры в освоении принципов взаимодействия касается игры в «pick-a-boo» (Bruner, Sherwood, 1975). И если примитивные источники смешного, проявляющиеся в детском остроумии и игре «понарошку» — преувеличения, перевертыши, механизация живого — основаны преимущественно на когнитивных факторах, то разного рода кривлянье и, шире, те формы поведения, которые в дальнейшем развернутся в техники взрослого остроумия, основывающиеся на двусмысленности (любого рода — семантической, прагматической, стилистической, коммуникативной), с необходимостью требуют коммуникативного контекста и взаимодействия с партнером. Кроме того, в символической игре, в которой принимают участие несколько человек, им требуется договориться друг с другом о совместной перспективе — о том, в частности, какие действия относятся, а какие не относятся к миру игры. Для восприятия шуток или анекдота также требуется согласие относительно игрового модуса общения и небуквального понимания содержания высказываний.

Когда дети пробуют шутить словесно в общении со взрослыми и сверстниками, в основе шуток лежит игра двусмысленностью действия, которая реализует

схему «провокация – бурная реакция на нее со стороны партнера – “Я пошутил!”» В детских шутках два компонента — провокация и метакоммуникативный сигнал «это игра» (Bateson, 1972) — порой видны в чистом и незамутненном состоянии, по отдельности: часто встречаются детские пояснения вроде «это я шучу», без которых шуточный характер высказывания был бы неочевиден.

В остроумии, законсервированном в анекдоте, функцию, сопоставимую с метакоммуникативной рамкой в окказиональном остроумии, может иметь реализация некоторого известного игрового формата коммуникации, в рамках которого вводится неожиданный, но так или иначе мотивированный элемент, предполагающий реакцию в виде смеха, строго говоря, независимого от понимания (таковы бытующие среди англоязычных младших школьников интерактивные анекдоты типа «knock-knock»<sup>\*</sup>).

Учет социального взаимодействия позволяет дополнить стадийные представления о детском юморе, связанном с обыгрыванием языковой формы высказывания. Так, окказиональное понимание языковой неоднозначности может, по-видимому, возникать существенно раньше, чем намеренное порождение основанных на языковой неоднозначности текстов<sup>\*\*</sup>. Ранний билингвизм, а также общение с младшими по возрасту детьми также может быть источником осознания языковой формы высказывания (так, девочка [4,6] шутит, изображая тигра и при этом заявляя «Я сигл, а не тигр», употребляя произношение слова «тигр», почерпнутое из общения с младшим братом [2,9]). Этот пример иллюстрирует исключительно важный момент, а именно появление на материале жизненного опыта «наивного» осмеиваемого персонажа, который делает «не так» — персонажа, на котором строится большая часть фольклорного юмора, законсервированного в анекдоте.

Эти разрозненные наблюдения отнюдь не ставят под сомнение валидность выводов тех исследований, в которых доступность юмора, строящегося на когнитивных механизмах разного уровня сложности (в частности, на тех или иных видах языковой неоднозначности) устанавливалась при помощи экспериментальных процедур. Наши наблюдения за рассказыванием анекдотов детьми 7–10 лет косвенно подтверждают, в частности, данные Т. Шульца, полученные при анализе понимания детьми шуток и шуточных загадок (Shultz, 1976). Дети младше восьми лет, участвовавшие в опытах Шульца, не обращались к, по-видимому, слишком сложной для них когнитивной операции, необходимой, чтобы осмыслить, как решается неоднозначность и как эта неоднозначность мотиви-

<sup>\*</sup> Вроде следующего: /6/ «Knock-knock — Who's that? — James. — James who? — James Bond».

<sup>\*\*</sup> Вероятно, можно было бы придумать соответствующий эксперимент, но мы можем говорить об этом на основании только анекдотических свидетельств. Например, девочка (3,3) говорит няне: «Давай возьмем розочки» (имея в виду бутоны роз, с которыми она только что играла). Няня отвечает: «Так вот же ложечки, возьми в песочнице» (в произнесенном девочкой слове, действительно, можно было угадать ложечки точно так же, как и розочки). Девочка, после мгновенного замешательства, начинает смеяться и пытается, как может, объяснить няне: «Не ложечки, а розочки!» Таким образом, неоднозначность дефектного произнесения слова оказалась как бы разнесена между двумя участниками взаимодействия.

рует имеющуюся в шутке несуразность. Они довольствовались тем, что лишь подмечали эту несуразность, и уже этого было достаточно для смеха.

В ходе одного из экспериментов Т. Шульца детей просили оценить забавность высказываний, причем испытуемым давались на выбор два варианта интерпретации: один содержал оригинальную версию шутки (с таким элементом в финале, который переключает на альтернативную интерпретацию выражения, составляющего пуант), другой же вариант либо был сокращен таким образом, чтобы пуант шутки отсутствовал (устранено разрешение возникавшей несуразности), либо предполагал устранение, насколько это возможно, и самой несуразности тоже. Ср. такой пример шутливой загадки /7/:

– Why did the cookie cry?

1. – Because its mother had been a wafer so long (оригинальная версия).
2. – Because its mother was a wafer (несуразность имеется, ее мотивация устранена).
3. – Because he was left in the oven for too long (несуразность устранена).

Соответственно, в разных сериях эксперимента испытуемым предъявлялись сочетания вариантов ответов (1 и 2) или (1 и 3).

Только первый вариант ответа содержит каламбур: *a wafer* звучит как *away for*, но возможность такого истолкования (и, соответственно, включения сценария «ребенка, плачущего из-за долгого отсутствия мамы») появляется только в контексте *away for so long*<sup>\*</sup>.

Второй вариант содержит несуразное объяснение того, почему заплакало печенье (в том, что мама печенья — вафля, еще нет повода для слез\*\*), но эта несуразность не сопровождается какой бы то ни было мотивировкой (в оригинальной версии шутки мотивировкой является возможность каламбурного истолкования).

Третий вариант ответа призван дать некое «рациональное» объяснение (в рамках воображаемого мира, где печенье способно плакать, оно вполне может огорчиться от того, что подгорело). Первый, полноценный вариант шутки представлялся более забавным детям начиная с восьмилетнего возраста, а шестилетние находили все три варианта одинаково смешными (Shultz, 1976, p. 18–20). Этот результат, по всей видимости, связан с тем обстоятельством, что лишь с определенного возраста дети обретают способность осознавать и привязывать к контексту шутки языковую неоднозначность<sup>\*\*\*</sup>.

\* Заметим, что в наших русских материалах подобного типа неоднозначность встречается весьма редко — зато систематически, на ней построена целая группа анекдотов «про Штирлица» (ср. /8/: *Бежит Штирлиц за Гитлером с пистолетом ночью. Стрельнул вслепую. Слепая упала*).

\*\* В отличие от аналогичной по конструкции русской шутки про плач козы из-за того что ее муж козел, тут нет игры альтернативными значениями слова.

\*\*\* Этот возраст разный для неоднозначности лексической, синтаксической и фонологической. Под фонологической неоднозначностью имеется в виду ситуация, когда некоторая звуковая последовательность — иногда размером больше слова — может получать разную интерпретацию, в т.ч. разное разбиение на морфемы; в рассматриваемом примере с печеньем — именно эта разновидность неоднозначности.

Наряду с определением степени забавности, в подобных опытах (см. обсуждение в: McGee, 1979, p. 139–140) детей спрашивали, почему они считали шутку забавной, и ранжировали их ответы в зависимости от того, в какой мере эти ответы отражали уровень понимания шутки. Дети, которые указывали на пуант (скажем, говорили, что *away for* звучит так же как *a wafer*), получали высокую оценку; детей, которые упоминали другие подробности и предлагали другие объяснения (например, говорили, что смешно, потому что печенье плачет или потому что печенье потеряло маму), относили к недопонимающим пуант. Равно как и выбор вариантов, аналогичная описанной процедура ранжирования ответов на основании того, какие компоненты семантической структуры называются в объяснении, применялась и в исследованиях понимания детьми метафоры (см., напр.: Шахнарович, Юрьева, 1988). Вообще говоря, задумываясь о восприятии и порождении острот детьми, стоит иметь в виду результаты, полученные в работах по метафоре и, шире, фигуральным выражениям у детей\*. И остроты, и метафоры требуют от слушателя «дешифровки».

Показательно, что материалом для окказионального детского остроумия могут служить «псевдометафоры»\*\*. Например, девочка (3,4) обращается к маме с вопросом: «Мама, а почему у тебя зуб в волосах?» — «Где?» — «От уха». И после паузы, во время которой мама нащупывает в волосах дужку очков, поясняет: «Это я так шучу». Такого рода переименование, если оно имеет место в игровом контексте, не преследует цель сообщить о подмеченном сходстве, а представляет собой игру в переименование предмета; таким образом, хотя подобные высказывания и основываются на сходстве, они не являются метафорами\*\*\*. Это хотя и игровые, но буквальные высказывания. Такие же, как сравнение в высказывании девочки (4,2), которая, надевая младшему брату на правую ногу сандалию для левой ноги, комментирует в шутку: «Не влезает. Ты, Вася, как Золушка».

В отличие от нешутливых фигуральных выражений, при адекватном понимании которых буквальное значение выражения не актуализируется, понимание остроты, построенной на неоднозначности, предполагает колебание между двумя возможными трактовками. Отметим, что неоднозначность, эта

\* См. о метафоре в аспекте развития способности к пониманию и порождению обзор С. Восниаду (Vosniadou, 1987) и специальный выпуск журнала *Metaphor and Symbolic Activity* (Metaphor, 1995).

\*\* В свое время на это явление проницательно обратил внимание К. Бюлер. В своей «Теории языка» (Бюлер, 1993 (1934), с. 318–319) он отмечал отличие употребления метафор взрослыми и изобретения метафор детьми (типа «у супа насморк» — про пузырь, плавающий на поверхности супа): последние связаны с восприятием объекта в условиях, когда называние объекта затруднено, и не были бы поняты ребенком, если бы он услышал такое выражение от кого-нибудь другого, а не употребил его сам в конкретных условиях, когда предмет метафорического обозначения присутствует наглядно.

\*\*\* Отметим, что семантика юмора (и анекдота, в частности) в общем случае предполагает неметафорическое преобразование смысла. Для некоторых разрядов анекдотов сходство с семантическим механизмом загадки позволяет применить для их анализа аппарат, предложенный А. Журинским, хотя возможности такого анализа ограничены: анализ структуры анекдота потребовал бы учета пуанта, т.е. дополнительных инструментов для представления элементов, вводящих потенциальную неоднозначность и решающих ее.

обычная техника взрослой остроты, хотя и встречается в детских анекдотах\*, менее типична для них, нежели подстановка или перевертыш, оперирующие с языковым материалом и мотивирующие пуант. Анекдотам «взрослой» конструкции, строящимся на языковой неоднозначности и ее разрешении (ср. выше /8/ про Штрилица), предшествуют более простые построения, где неоднозначность вводится очевидным для слушателя образом, причем вводимые элементы настолько отклоняются от обычного использования языка, что их возможно принять только в игре. Техника такой подстановки применима к единицам разных уровней. Так, целый разряд анекдотов строится на том, что попугай, запомнивший разнообразные высказывания в одних контекстах, применяет их в совсем других ситуациях. В другом разряде анекдотов нарочитая замена лексических конвенций приводит к кодированию своеобразным тайным языком некоторого высказывания, которое вне этих конвенций означает совсем другое\*\*. Дефект или модификация произношения используется аналогичным образом, но почти исключительно для мотивации введения табуированного слова\*\*\*. Тексты этого последнего разряда предполагают некоторый сюжет, который с большей или меньшей степенью изыщества подводит к провокации, имеющей отношение к эротике или к употреблению обценной лексики. Подобное построение встречается не только в детских, но и во взрослых анекдотах, но в детских вводимое слово часто оказывается именем или обращением к персонажу, ср. «милисискин» из примера /2/\*\*\*\*.

Текст /12/ является одним из многих вариантов введения этого финала. Не исключено, что записана анекдотоподобная импровизация рассказчика, поскольку такого рода сюжет подвержен большой вариативности уже в силу зыбкости и неубедительности своего строения: к одному и тому же финалу могут быть приделаны разные предварительные повествования, лишь бы как-то мотивировать последнюю строчку, которая во всех этих вариантах остается одинаковой. Ситуация «притянута за уши», поэтому такой сюжет и не запоминается.

\* Ср. /9/ Однажды за Василием Ивановичем и Петькой погнались белые. Забежали они в туалет. Петька говорит: «Белые подходят!» — «Смываемся!» (1989-108-5-b).

\*\* Ср. такой пример: /10/ Стоят Гена и Чебурашка с велосипедом. Чебурашка спрашивает Гену: «Гена, почему педали называются педалями, давай их назовем бабкой». Назвали они бабкой. Чебурашка снова спрашивает: «Гена, почему кошелек называется кошельком, давай назовем кирпичом». Назвали его кирпичом. Чебурашка опять спрашивает: «Гена, давай назовем деньги косточками». Едут они на велосипеде, а там бабка дорогу переходит, Чебурашка кричит: «Гена, жми на бабу!» Бабка испугалась, побежала в милицию. Милиция пришла: «С вас штраф 5 рублей». Чебурашка говорит: «Гена, доставай кирпич, сейчас косточки считать будем». (1989-108-5-b).

\*\*\* Ср. /11/ Крокодил Гена и Чебурашка едут в автобусе, а на сиденье лежит пирожок, а на пирожке написано: «Кто этот пирожок съест, тот будет вместо Р говорить Г». Они разделили пирожок и съели его. Выходят, Гена говорит: «Чебурашка, ты что будешь, могоженое или пigoженое?» — «А мне все гавно!» (1989-108-5-b).

\*\*\*\* На тот факт, что шутки с неоднозначностью начинаются с личных имен, обращает внимание Марта Вольфенштейн (Wolfenstein, 1978, p. 64–65). Ср. случай фонологической неоднозначности в следующем тексте: /12/ Пошли Мот и Тутка на стадион. Мот бежит, а Тутка кричит: «Беги, Мот, беги, Мот!» А когда они пришли домой, Мот спрашивает Тутку: «Ты чего обзывалась?» А она говорит: «Я кричала, чтобы ты быстрее бежал», а он говорит: «Прости, Тутка!» (1989-21-5-b).

А запоминается только развязка. Как указывал Ч. Хоккет (Hockett, 1972, p. 177), дословное запоминание никогда не распространяется на весь анекдот: достаточно запомнить дословно развязку и стержневой элемент, вводящий неоднозначность (они могут и совпадать), чтобы потом при необходимости восстановить по этому каркасу остальную часть, мотивирующую развязку.

Вообще же устройство памяти в отношении анекдотов удивительно. Попробуем посчитать, сколько анекдотов мы помним так, чтобы их можно было рассказать. Этот вопрос не вполне корректно задавать в середине текста про анекдоты. Тем более что в повседневной жизни взрослые люди едва ли когда-нибудь вспоминают анекдоты просто так, без повода — чаще всего это происходит по ассоциации с ситуацией или с другим анекдотом. Тем не менее, можно, кажется, утверждать, что если вы не заядлый любитель, коллекционер и рассказчик, то едва ли вы с ходу, без провоцирующего контекста, припомните больше десятка анекдотов. Между тем, любой анекдот, слышанный однажды (а их число измеряется уж во всяком случае многими сотнями), без труда будет распознан как знакомый. Тут, впрочем, требуется поправка: есть такие шутки и анекдоты, которые узнаются сразу, по первым словам (по экспозиции), а есть такие, про которые вы понимаете, что когда-то слышали их, только прослушав их до конца. Возможно, это различие отчасти связано с разницей в степени структурированности анекдотов, о которой только что говорилось выше.

М. Минский в своей статье про юмор и когнитивное бессознательное (Minsky, 1984, [1980]) предложил интересную трактовку того факта, что слышанная однажды шутка уже не кажется смешной\*. Минский исходит из представления о том, что бессознательное и механизмы цензуры существуют не только в сфере аффекта (как фрейдовское бессознательное), но и в когнитивной сфере. Выдвигается гипотеза о том, что существует специальный аппарат, ответственный за метакогнитивные процессы, который призван распознавать ситуации, ведущие к нежелательным результатам (к парадоксу, ошибкам и сбоям) и подавлять соответствующие ходы. Этому аппарату требуется весьма объемная память для такого «негативного метазнания», т.е. для информации о том, какие паттерны умозаключения и мысли оказывались дефектными или вредными, ведущими к абсурду. Собственно, для объяснения смешного, заключенного в абсурдных анекдотах, Минский и строит свою концепцию, поскольку фрейдовская теория, удовлетворительно объясняющая эффект остроумия, связанного с сексом и агрессией, не работает по отношению к чистому абсурду.

Всякий раз, когда мы слышим новый анекдот, происходит обучение метакогнитивного аппарата: возникает новый цензор или расширяется сфера действия уже существующего. Когда же мы в дальнейшем еще раз попадаем на эту уже известную тропинку, аппарат цензуры распознает ее уже на подходе. Абсурд уже не будет неожиданным.

Создание и неожиданное опровержение ожиданий, нарушение нормы (хотя бы условной нормы, насколько ее можно себе представить в мире анекдота)

---

\* Эта закономерность в полной мере относится только к взрослому восприятию шуток и анекдотов; насколько можно судить, в детском рассказывании анекдотов дело обстоит не совсем так.



и столкновение двух противоречивых линий — общие места различных теоретических осмыслений устройства анекдота. Удивительным образом строение детских анекдотов не вполне удовлетворительно описывается существующими сегодня весьма разработанными концепциями юмора, отталкивающимися от анализа взрослого остроумия\*. Как модели, основывающиеся на представлении о дизъюнкции изотопий, так и те, что опираются на представление о переключении противоречащих сценариев (прежде всего, теория В. Раскина\*\*), по сути дела, предполагают, что анекдот, изначально сориентировав слушателя на ожидание некоторого семантического подвоха, во-первых, обязательно содержит элемент, который может, в принципе, быть истолкован двумя различными, противопоставленными способами, и, во-вторых, развязка анекдота содержит другой элемент, который неожиданно актуализирует альтернативное истолкование, сталкивая эти две линии. Чем более эти линии противопоставлены, тем больше эффект шутки или анекдота, особенно если одна из них относится к социально табуированным в данной культуре смыслом. Такого рода объяснения, но скорее в психологическом ключе и без строгого определения терминов, существовали еще до подробной разработки семантики юмора в последние десятилетия XX в.; в сущности, З. Фрейд, называя этот эффект приносящим удовольствие «коротким замыканием» между двумя отдаленными кругами идей, говорит примерно о том же самом (Фрейд, 1991).

Существенно, однако, что ни переключение в особый режим коммуникации, подразумевающий ожидание шутильного подвоха (*non-bona fide mode*, по В. Раскину)\*\*\*, ни наличие двух сценариев не являются ни необходимыми, ни достаточными условиями для проявлений вербального остроумия. Мы вполне можем сказать что-нибудь смешное, рассказать какой-нибудь случай из жизни, при этом не говоря ничего двусмысленного и не противореча действительности (об этом см.: Morreall, 2004). В рассказе из жизни — а он может быть ничуть не менее смешным, чем фольклорный анекдот — рассказчику предоставлено больше свободы, поскольку он не связан необходимостью подвести к словесной развязке, содержащей соль анекдота. Примечательно, что забавность такого рода рассказов не исчезает, так сказать, при повторном предъявлении: в отличие от несвежих и потому несмешных анекдотов, рассказ из жизни может веселить вновь и вновь (Morreall, 2004, p. 396; автор связывает это свойство с тем, что смешное здесь заключено не в словесном трюке, а в жизненной ситуации).

\* См. книгу С. Аттардо, посвященную обзору существующих теорий (Attardo, 1994).

\*\* О конструкции шутки см.: Raskin, 1985, p. 139–147. Разновидности логических механизмов и их классификация обсуждаются в работе: (Attardo, Hempelmann, Di Maio, 2002), где сделана попытка дать формальное описание семантическим сценариям в терминах теории множеств и представить некоторые типы логических механизмов в виде графов.

\*\*\* По сути, речь идет об ограничениях на действие постулатов Грайса; с точки зрения слушателя, не понимающего, что он имеет дело с шуткой, шутка относится к некооперативному режиму взаимодействия (подробнее см.: Attardo, 1994, Ch. 9). Однако если это не розыгрыш, а именно шутка, должны быть специальные маркеры контекста (*contextualization cues*), сопоставимые в данном случае с бейтсоновским сигналом «это игра», которые указывают на этот особый режим.



Такие жизненные истории, как можно предположить, заключают в себе нелепую ситуацию, в которой кто-то оказывается неожиданно для себя (и для слушателей истории). Этим персонажем истории нередко оказывается сам рассказчик, вспоминая случай из собственного опыта; нам, однако, важно, что этот персонаж обязательно существует. Даже если это ворона или снеговик, а не человек. И он обязательно оказывается в глупом положении наивного персонажа. Другое дело, что жанр смешных историй из жизни, требующий высокого мастерства рассказчика, не встречается у детей.

Как можно предположить, в законсервированной форме анекдота юмор тоже может, в принципе, строиться не на словах, а на ситуациях. Так, ниже в примере /18/ мальчик неудачно пытается импровизировать смешную историю. У него получается рассказать историю, но история эта не содержит в себе ничего смешного, никакой очевидной нелепости или несуразности, и среди ее персонажей смеяться не над кем. Тогда как в готовом неимпровизированном тексте несущие элементы каркаса отточены многочисленными пересказами многих людей, а твоя собственная нарративная компетенция служит лишь верному запоминанию и воспроизведению.

Некоторая часть нашего материала выпадает из сферы применимости семантических теорий вербального юмора по той причине, что пуант анекдотов часто включает в себя невербальные элементы — от паралингвистических до жестовых и пантомимических; сюда же, в разряд невербальных приемов смешного, попадает и переключение в изложении пуанта с рассказа на пение (перечисление случаев невербального юмора см. в работе: Norrick, 2001). Переключение со словесного кода на пантомиму вообще часто встречается в детских играх, подобные явления распространены и в фольклоре в целом, и при спонтанном рассказывании чего-либо (особенно при пересказе фильма) в разговоре, особенно у детей. Таким образом, очевидно, что, скажем, транскрипция приводимого ниже примера /16/ не может считаться удовлетворительной, пока она не дает представления о том, как реально звучит «а?Ю:::у:». То же относится и к случаям, где пуант подразумевает пение на известный мотив или просто пение (на мотив, не известный заранее).

Ниже, в транскрипции, мы не везде используем специальные обозначения для передачи рассказчиком прямой речи персонажей. Дело в том, что транскрипция, которой мы пользуемся, призвана передавать не смысл высказываний, а то, как высказывание выглядит в речи рассказчика. На письме для передачи прямой речи в соответствующих местах обычно используются кавычки, которые отсылают к смыслу: они ставят заключенное в них высказывание в особую рамку упоминания, а не непосредственного употребления. Однако в нашей транскрипции мы должны были бы отразить, прежде всего, тот факт, что не только смысл, а и просодические характеристики таких высказываний отличают их от окружающего контекста. Явные просодические маркеры введения цитаты, на которые, наряду с контекстом, мог бы опереться слушающий при интерпретации, имеются отнюдь не везде. Переход от речи рассказчика к речи персонажа происходит плавно и без пауз. При этом рассказчик может по ходу высказывания переключиться с прямой речи персонажа на несобственно-прямую речь.

Переход от рассказа к цитате — в рассказывании анекдотов это проявляется особенно наглядно — сигнализирует слушателям, что сейчас рассказчик, действуя от лица персонажа, разыгрывает маленькую сценку с элементами пантомимы. Элементов пантомимы может быть больше или меньше. В минимальном случае все сводится только к обозначению их возможности, но, в принципе, открыты почти безграничные перспективы театральной импровизации: рассказ может превратиться в показ. Кстати сказать, в устных рассказах вообще (не только в рассказах анекдотов) такая импровизация — как, между прочим, и просто прямая речь персонажа — может вводиться специальным маркером «такой»: что-нибудь вроде *«а они такие* (далее следует маленькая сценка или цитата из речи персонажей)». Это как бы приглашение вообразить себе в картинках, какие они «такие»; показательно, что при подобном введении прямой речи может отсутствовать обычный в других обстоятельствах на этом месте глагол, ср. что-нибудь вроде: *«А он им такой: “Да пошли вы все!”»*. Подобное словоупотребление, нередко встречающееся в устных рассказах, предполагает, по крайней мере, намек на пантомиму. В редуцированном виде пантомима заключается в трудноформализуемом, но понятном слушателям изменении интонации высказывания, непосредственно следующего за «такие», хотя бы это было и описательное высказывание, а не прямая речь персонажа\*.

Пантомима и возможности безболезненной импровизации в тех «точках роста» готового текста, амплификация которых не приводит к нарушению целостности, дают рассказчику возможность проявить свои способности, опираясь на костяк текста, ориентированный на пуант. Введение пуанта, особенно в анекдотах, построенных на каламбурах и неоднозначности языковых выражений, предполагает дословное, формульное воспроизведение. Опора на жесткий костяк сюжета и формул (прежде всего, в самом конце и в начале анекдота) необходима и особенно ценна для рассказчика-ребенка тем, что избавляет от необходимости выбора средств и учета перспектив слушателей и тем самым позволяет преодолеть бедность речи, которая, возможно, проявилась бы в свободном рассказе. Способность к успешному и близкому к дословному воспроизведению готовых анекдотических рассказов, сочетающемуся с импровизацией в предназначенных для этого местах, по крайней мере, отчасти определяется доступностью когнитивных операций, стоящих за семантической структурой анекдота. Рассмотрение различных разрядов детских анекдотов показывает, что они включают в себе целый спектр возможностей: отдельные элементы взрослых техник остроумия (такие как двусмысленность, ее мотивация и разрешение) отрабатываются здесь в упрощенном и изолированном виде.

\* В нашем примере /13/ встречается подобный случай, где переключения в цитату (пантомиму) не происходит (поэтому нет и соответствующих обозначений), но содержится намек на нее. Рассказчик говорит: *«...на следующий день такой избитый весь прихо:дит»* ((смеется 3.0))

## 2. КОММУНИКАТИВНАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ И СОЦИАЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

Ход рассказывания анекдота как часть разговора и то, как устроено взаимодействие участников разговора, в который встраивается анекдот,— все это темы, которые имеют прямое отношение к проблеме развертывания коммуникативной компетенции в онтогенезе. Применительно ко взрослому анекдоту некоторые закономерности вполне прозрачны. Во-первых, рассказывание анекдота не происходит в разговоре безо всякого повода и связи с предыдущей темой. Анекдот чаще всего так или иначе тематически связан с остальной частью разговора. Во-вторых, как и любая история, встраивающаяся в разговор, анекдот требует согласия окружающих его выслушать, и для получения этого согласия нужны специальные процедуры. В-третьих, анекдот или шутка предполагают определенную реакцию аудитории, подобно первой части формата примыкающих пар реплик (*adjacency pair*\*). Ответом, как ожидается, будет смех слушателя, притом что отсутствие смеха после рассказанного анекдота небезразлично для успешности рассказа и подвержено интерпретации в свете нормативных ожиданий.

В отношении детских анекдотов можно сказать, что они не связаны с контекстом окружающего разговора: чаще всего они рассказываются в более или менее ритуализованных ситуациях обмена анекдотами. В нашем исследовании мы обращали внимание на реакцию аудитории и ее соотношение, в том числе по времени, с речью и смехом рассказчика.

Хотя наши данные куда менее систематичны, чем полученные в ходе экспериментальных исследований восприятия юмора детьми, как представляется, они обладают большей экологической валидностью и позволяют осветить функционирование анекдота в процессе взаимодействия с рассказчиком. Мы имели дело с текстами, которые воспроизводятся самими детьми в более или менее естественных условиях, а не с детской реакцией на примеры, предложенные взрослыми.

Большая часть примеров, приводимых здесь, взяты с записи, сделанной на детском дне рождения. Виновнику торжества исполнилось десять лет, и на праздник собрались его многочисленные друзья — его ровесники, дети старше и младше, в основном мальчики. Поскольку в традициях этого дома устраивать детские праздники с разными импровизированными представлениями, викторинами и соревнованиями, идея конкурса на лучший рассказанный анекдот выглядела, среди прочих подобных мероприятий, вполне органично. За лучшие анекдоты (и за наибольшее число рассказанных анекдотов) были объявлены призы, а необходимость записывать на диктофон вполне объяснялась нуждами жюри, состоящего из двух взрослых — автора этих строк и отца именинника. Запись происходила в несколько приемов, при этом состав участников, сидевших у стола и ходивших вокруг (анекдоты рассказывались по очереди), менялся.

\* К этому формату относятся такие пары, как вопрос-ответ и приветствие-приветствие; см. классическое описание этого явления в работе: Schegloff, Sacks, 1973.

В результате в нашем распоряжении оказались около 60 минут записи, так или иначе относящейся к рассказыванию анекдотов. Существенно, что вскоре после начала участие (и само присутствие) взрослых было минимизировано; кроме того, было объявлено, что содержание анекдотов и используемые в них слова и выражения не могут быть препятствием для высокой оценки мастерства рассказчика и самого анекдота. Это объявление было вызвано одним из трех вопросов, в разное время заданных участниками конкурса его организаторам. Вот эти вопросы: а можно загадки? а петь можно? а неприличные можно? Можно было все. Однако заданные детьми вопросы показательны. По сути дела, они пытались выяснить, разрешены ли другие жанры консервированного смешного, отличные от повествовательных анекдотов.

Умение рассказывать анекдоты, как и вообще остроумие, ценится в нашем обществе. На артистичного остроумца устремлены взгляды всей компании, с ним не соскучишься. Его слушают внимательно. Периодически его речь чередуется со взрывами всеобщего хохота. Когда он рассказывает анекдот, его рассказ выразителен и эффективен: ни добавить, ни убавить нечего.

Успешно рассказанный анекдот вызывает живую и непосредственную реакцию в момент развязки, причем умелый рассказчик всегда справляется с требованием лаконичности, присущим жанру анекдота. Особенно очевидно лаконичен финал: успешно представленная развязка тяготеет к завершающему анекдот высказыванию\*, а материал, появляющийся после пуанта, в принципе, может быть опущен.

Этому наблюдению не противоречит тот факт, что и до финального пуанта анекдоты могут вводить смешные «ложные развязки» и вызвать смех слушателей по ходу рассказывания. Уже сама экспозиция, содержащаяся в первом предложении, может оказаться комичной. Она обычно выделяется интонационно, а пауза после нее открывает возможность слушателю сказать что-нибудь вроде «я это знаю» (или сам рассказчик может обратиться к аудитории с вопросом о том, известен ли этот анекдот). В примере /13/ приведен последний, третий эпизод анекдота, где герой следует бесплатным советам зубного врача о том, как избавиться от больного зуба, не прибегая к стоматологической помощи. Здесь громогласная реакция публики в виде довольно продолжительного (2,7) общего смеха следует непосредственно после «ложной развязки» — точнее, отчасти совпадает с ней по времени, поскольку сопереживающие слушатели догадываются о том, что будет сказано, да и сам рассказчик начинает смеяться прежде завершения высказывания\*\*:

/13/

Р ...ну ладно, дам я тебе последний сов.ет. привяжи канат к зубу а другой конец к экспр.ессу. и когда тот тр?онется ты стой как- (.) ст.ой. на следующий день

\* Об этом свойстве пуанта см.: Attardo, 1994, p. 99–101; заметим, что такое построение не типично для других жанров повествования, в т.ч., например, для рассказывания о событиях в ходе повседневного разговора.

\*\* Аудиозаписи приводимых примеров доступны по веб-адресу <http://projects.smolny.nw.ru/cogsci/>.

- такой избитый весь приходит ((смеется 3.0)) хх- вот . говори:т . ну вот когда я привяз?ал вообще канат к зубу и-. и к экспрессу, когда он двинулся, я за ним, он быстр?ее, и я быстр.ее, он ещ?е быстрее, а я быст-х-рее не мхог. у, ххи остхановхи:лся- ((смеется))*
- СС ((СМEX 2.8))
- Р *потом из экспресса проводники вылезли*  
*и мне зуб вый- ((смеется 1.3))=*  
 [ ]
- С1 *потом из экспре::сса (.) он:: ((?)) ((хочет))*
- Р *=зуб выбили , а теперь другой болит ((смеется))*
- СС ((СМEX 1.7))=
- С2 *\*кто вылез\**
- СС *= ((СМEX 1.4))*
- С1 *рха:бх?о::тники ((хочет))*

При этом оказывается, что истинная развязка анекдота, подготовленная одной или двумя ложными (по кумулятивному принципу), остается смешной, даже если не все ее подробности слушателями распознаются. Так, слово «проводники» в приведенном выше примере прозвучало неотчетливо и вызвало едва различимый на фоне общего смеха вопрос слушателя С2 («Кто вылез?»); на этот вопрос ответил не рассказчик, а один из слушателей (С1), хохотавший громче всех. При этом С1 расслышал это слово неправильно (как «работники»). Отметим, что «работники» встраиваются в ряд неожиданно появляющихся иногда в развязках (чаще всего «вылезających» откуда-нибудь) изофункциональных персонажей вроде «шахтеров», «рабочих» и т.п.

В случае, когда понимание пуанта требует отождествления не очень знакомых реалий (как ниже, в примере /14/), реакция публики бывает весьма умеренной и представляет собой смех «за компанию», просто потому, что в конце анекдота принято смеяться. У детей это получается не хуже, чем у взрослых, и не только ради приличия или маскировки непонимания: они и в непонятом находят себе смешное.

Бывает также, что реакция аудитории следует только после разъяснения, а само разъяснение может вызвать дискуссию слушателей и даже предложения по «улучшению» анекдота — как было бы правильнее его рассказать. Ср. /14/:

- Н *сказ?ал царь (.) сказал ц.арь. кто?о (.) приве- кто принесет, с собой, вел- кто принесет с собой один из видов тр?анспорта и его съест то т?от. то тот даст ему полцарства и его принцессу / прих?одит немец (.) тащит. тащит велосип.ед (.) та:щит та:щит та:щит притащил начал его .есть (.) зубы все раскол?ол но велосипед съел. сидит плачет (1.0) потом идет поляк. тащит с собой камаз (.)*
- СС ((СМEX))
- Н *та:щит та:щит та:щит притащ.ил. и начал его есть (.) съ.ел. с::я съ:: садится на пенек. плачет и сме.ется плачет ме- ца- царь к нему подходит >и говорит< эй, поляк, ч?е ты там плачешь, ч?е сме.ешься. пл?а:чу, бо.ольно. а смеюсь во:н русский. тэ стопийся, тащит*
- С1 *ког?о*
- С2 *что?о тащит*



Отметим, что общий смех начался одновременно, как по мановению палочки дирижера. Возможно, причина здесь не только в том, что все одновременно проникли в суть пунта. Поскольку мы располагаем только аудиозаписью, судить о направлении взглядов участников в ходе их взаимодействия невозможно, но есть основания полагать, что во время молчания они смотрели друг на друга. В языке литературного повествования о героях говорят в таком случае, что они «переглянулись». Так вот, слушатели «переглянулись», чтобы даже в том случае, если смысл анекдота истолковать не удастся, понять по лицу партнера, что делать дальше: получить санкцию на коллективное истолкование смысла действия, совершенного рассказчиком. На то, чтобы рассмеяться (за компанию) — или презрительно фыркнуть, выразив отрицательную оценку анекдота и того, как он был рассказан.

Вообще говоря, упомянутые выше «улучшающие» и критические пояснения встречаются не только в конце. Они нередки даже во время рассказывания анекдота и представляют собой либо поправки, призванные помочь рассказчику, либо критику со стороны тех слушателей, которым рассказываемый анекдот уже известен. Таков искушенный слушатель И в примере /16/, старший брат рассказчика. Заметим, что вторая его реплика, параллельная высказыванию рассказчика, звучит очень тихо и как бы для себя.

/16/\*

Св *пришли два человека . грустных к другому / спрашивает веселый =  
х?Е:: ты чего это такой- = одного = ты че такой грустный (.5) =  
а вот, мне, сказали, хх- червяко:в на:: рыбалку наловить. к?ак мне это  
сделать = а ты с?унь м. в песок. ра ээ эту. вилку от розетки и:: (.) на двести  
двадцать=*

И *двести двадцать вольт*

Св *=вольт (.) э а другой говорит=а вот мне сказали медведя поймать . а к?ак  
мне это сделать (.) = а ты подойди к пещере и скажи =аг?Ю:::у:: (.)=  
тебе оттуда =аг?Ю:::у:: =*

[ ]

И *м:::*

Св *ты еще раз =аг?Ю:::у:: = вот тогда и медведь выйдет*

[ ]

И *\*не так это\**

СС *((СМЕХ))*

Св *на следующий день опять два гр?у:стных гр.устных ид?ут (.) один .  
прашивает = ты ч?е такой гр.устный = а я сунул под двести двадцать  
вольт ээ в землю ра э вилку от розетки ?хх- никт.о (.) сунул э под триста в?  
ошеьдесят . шахтеры вылезли побилли*

\* В транскрипции примера /16/ (и, ниже, примера /18/) для отражения переходов между речью автора-рассказчика и прямой речью персонажей используются знаки равенства на обоих концах высказывания-цитаты речи персонажа. Обычно эти знаки призваны обозначать переход от одного говорящего к другому без зазора. В данном случае мы передаем это отсутствие зазора между авторской речью и цитатой в речи одного говорящего, где эти переходы отмечены трудноформализуемыми просодическими показателями.



СС ((СМЕХ))  
 С ((ХОХОЧЕТ))-----  
 [

Св э а другой прих?одит . тоже весь гр?Я::зный . \*б.едный\* (.) тот .  
 С -----  
 Св говорит = ты чт?о такой гр.устный = а я в пещеру = аг?Ю::у::  
 ]

С -----  
 Св а мне оттуда = аг?Ю::у:: = я снова = аг?Ю::у:: =а оттуда  
 электричка на всех парах= выезжает  
 СС ((СМЕХ))

Дело в том, что рассказывание анекдота (в особенности — повествовательного протяженного анекдота), как и вообще изложение в разговоре любой истории, предполагает, что аудитория согласна наделить рассказчика особыми правами\*. В частности, механизм смены очереди говорящих, лежащий в основе разговорного взаимодействия, перестает работать в обычном режиме — временно, до конца повествования, — и рассказчик получает возможность произнести более или менее продолжительную монологическую речь, в которую слушатели особенно не вступают. Поэтому, кстати, прежде, чем такие права будут потенциальному рассказчику предоставлены, он вступает в переговоры с партнером (-ами). Он говорит, например: «Кстати, хотите расскажу анекдот?» или: «Со мной тут такая вещь приключилась!» Или: «Слышали последний анекдот про Вовочку?»\*\* Рассказчик — пока он только потенциальный рассказчик — обещает нечто увлекательное, на что партнер вполне может ответить чем-нибудь вроде: «Опять ты со своими анекдотами!» или: «Ты про аварию? Это я уже два раза слышал». Если же, в соответствии с консенсусом аудитории, рассказчик все-таки получает трибуну, то он вправе рассказать историю или анекдот так, как он это умеет: претензии и вопросы к докладчику — после доклада. Выше отмечалось, что слот для вопроса к аудитории и для реакции аудитории открывается и после первого предложения анекдота, содержащего его экспозицию.

В компании восьми-десятилетних эти закономерности уже работают. К возрасту использования анекдотов дети — уже вполне сложившиеся «разговорщики»: способность договориться о трибуне и умение слушать партнера им, с некоторыми оговорками, не чуждо. Поэтому и возражения, и разрушительная критика чаще всего откладываются до конца и имеют место лишь тогда, когда рассказчик очевидно для слушателей не справляется со своей задачей.

\* Подробнее о закономерностях появления рассказов в ходе разговора, в том числе о тех, что были упомянуты выше в самом начале этого параграфа, см. в: Sacks, 1974, а также: Polanyi, 1985. О шутках, анекдотах и особенностях их рассказывания см. специально посвященные этой теме работы Н. Норрика (Norrick, 1993, 2001).

\*\* Тут он может процитировать фрагмент или даже заключительный сегмент, содержащий пунт, чтобы точно понять, что остальные этого анекдота не слышали.

Критические замечания слушателей нередко относятся к недостаткам именно разыгрывания анекдота, ср. ремарки, параллельные речи рассказчика, из примера /16/\*:

Св                    а другой говорит=а вот мне сказали медведя поймать . а к?ак  
                          мне это сделать (.) = а ты подойди к пещере и скажи =аг?Ю:::у:: (.)=  
                          тебе оттуда =аг?Ю:::у:: =  
                          [                    ]  
 И                    м:::  
 Св                    ты еще раз =аг?Ю:::у:: = вот тогда и медведь выйдет  
                          [                    ]  
 И                    \*не так это\*

Взглянем на показательный пример /17/, когда рассказ не прерывается слушателями, хотя рассказчик явно запутался (см. выделенное полужирным). Он сам это понял, но старается не подать окружающим виду. В анекдоте прыжки животных с крыши описываются аналогично тому, как при путешествии на лифте в многоквартирном доме мы видим загорающиеся цифры, соответствующие этажам.

/17/

Т                    Прыгают колобок жираф и:: бегемот- (.) бегемот с десятого этажа /  
                          прыгает колобок. десять девять восемь семь шесть пять четыре три два оди . (.)  
                          один два три четыре пять шесть семь восемь девять (.) девять? десять.  
                          девять восемь семь шесть пять четыре три два один. один два три четыре  
                          пят. шесть семь. и так дальше . прыгает жираф = **раз два три четыре пять**  
                          **шесть семь восемь- (.8) девять (.5)**  
                          >десять девять восемь  
                          [                    ]  
 С                    ых      ээ                    ой (.) ай (.) м:  
 Т                    семь шесть пять четыре три < три: три: три: три:  
                          [                    ]  
 (CC)                    (( CMEX ))  
 Т                    прыгает бегемот .  
                          десять девять восемь семь шесть пять четыре три два=  
                          [                    ]  
 С                    ((CMEX))  
 Т                    =один (.) ноль земля песок глина привЕТ ШАХТЕРАМ  
 СС                    ((CMEX))

Описывая прыжок жирафа с десятого этажа, он спутал порядок следования этажей – начал не с десятого, а с первого. Рассказчик запинаясь (ср. отмеченные паузы в выделенной полужирным шрифтом строчке – ему требуется время, чтобы понять, что же здесь не так, и принять решение), но продолжает рассказ. Заметивший путаницу слушатель С ограничился нечленораздельными звуками

\* А также замечание слушателя: «Это нужно показывать вообще-то» в примере /15/.

и не стал прерывать рассказчика. В результате тот успешно подошел к развязке и получил вознаграждение смехом аудитории. Характерно, что и после завершения рассказа никто не прокомментировал происшедший сбой.

Случай радикальной неудачи рассказчика мы рассмотрим на примере импровизации, а не рассказывания анекдота. На такого рода материалы — импровизированные рассказы с целью рассмешить, содержащие на месте пунта примитивные источники детского смешного — гиперболу, скатологические элементы или неприличное слово — впервые обратила внимание, насколько нам известно, М. Вольфенштейн (Wolfenstein, 1978[1954]), интерпретировавшая подробности таких рассказов и их общий смысл во фрейдистских терминах. Об импровизированных анекдотоподобных рассказах более старших детей, где они неудачно пытаются воспроизвести структуру анекдотов, но не справляются, упоминает и Ч. Хокетт (Hockett, 1972, р. 171). В таких импровизациях, как и в дефектных пересказах известных анекдотов, не работают либо развязка, либо стержневой элемент структуры (элемент, задающий возможность двойного истолкования). Эти наблюдения Хокетт делает, обсуждая типологию неудач, т.е. разбирая возможные случаи, связанные с модификацией структуры текста или с особенностями рассказывания, при которых анекдот перестает быть смешным.

В наших материалах имеется несколько таких импровизированных текстов, которые сами рассказчики посчитали возможными поместить среди «настоящих» анекдотов. По-видимому, это именно импровизации, а не последняя стадия распада фольклорного, имеющего бытование, но радикально перевернутого рассказчиком анекдота. Последнее тоже встречается и, по-видимому, довольно распространено. В данном контексте нас интересует реакция слушателей на такой рассказ. В ходе рассказывания автор, особенно поначалу, запинаясь от волнения.

/18/

Г *а: ань ань а один раз а ээ . па па па паши на охоту . два: охотника (.) и: . две собаки . э -ххх (1.0) э . э у одного была э д?обрая а у другого злая собака. а один другому говорит = да отпусти ты: с:вою с:оба:ку пускай они побегают (.) э а он \*говорит\* = да нет . э м: моя то \*>видно<\* твою загрызет (.) а хх-м а он \*говор- . он говорит\* = да лАдн.о= (.) ну отпуст?ил (.) ай -хх а ад- ад- адна: э злая собака пер перегр перегрЫзла горло друг.ой (2.0)*

Г *\*все\*=*

С1 *=х?а ха х.а*

СС *((СМЕХ 4.0))*

С2 *после как?ого слова смеяться*

СС *((СМЕХ 0.6))*

Конец анекдота встречен молчанием, как и в примере /15/, где после трехсекундной паузы следует дружный смех. Но здесь сам рассказчик, по-видимому, не уверен в своих силах. Поэтому молчание он прерывает сам, сигнализируя слушающим, что отреагировать следует здесь и сейчас, что уже пора и анекдот закончен: «Все». Сразу же после этого слушатель (С2) откликается не смехом, а обидным для рассказчика изображением смеха, и тут оказывается, что компанию рассмешил не анекдот, а С2 своей реакцией на услышанное. Все смеются

не над анекдотом, а над неудачливым рассказчиком, осмеянным выходкой С2. Смысл происходящего эксплицируется репликой другого слушателя (С3), стандартной издевательской репликой для таких ситуаций: «После какого слова смеяться?» Заметим, что обидный для рассказчика смысл имело уже само молчание публики после того, как он закончил рассказ\*.

Итак, как мы могли убедиться, рассказывание анекдотов представляет собой речевой жанр, предполагающий сотрудничество рассказчика и слушателей. Разные уровни владения этим жанром характеризуют коммуникативную компетенцию рассказчиков, оценка которой выносится слушателями в рамках ритуализованного взаимодействия. Понимание анекдота, которое проявляется в смехе над ним там, где положено смеяться (непосредственно после рассказа), не исчерпывается, по крайней мере, применительно к детскому анекдоту, индивидуальными когнитивными процессами слушателей: их деятельность включает в себя элементы согласования, социальной санкции на смех. Такое согласование вносит свой вклад в индивидуальное освоение как содержательных аспектов смешного (фактически, диктует, над чем нужно смеяться), так и семантических механизмов, на которых строятся анекдоты.

Обращение к паттернам шуточного взаимодействия на макроуровне, потенциально включающее в себя кросс-культурное сравнение содержания острот, ритуальных форм и их функций, приводит антрополога к выводам о роли социальных факторов в юморе как разновидности социального контроля познавательных процессов вообще (ср. замечания Мэри Дуглас на эту тему в: Douglas, 1968). Мы же на основании данных о детских анекдотах, их устройстве и функционировании можем увидеть, что, при всех возможных вариациях коммуникативной и нарративной компетенции рассказчика, специфика структуры анекдота диктует компетентному рассказчику те или иные стратегии рассказывания, в том числе долю и место театрализации и буквально воспроизводимых выражений. Коммуникативная успешность ограничена когнитивными факторами: если ты не вполне понимаешь анекдот, ты не можешь его хорошо рассказать и получить высокую оценку аудитории. Поэтому хотя в детском рассказывании анекдотов мы очень часто встречаемся с «дефектными» версиями, связанными с неполным пониманием или недостатками нарративных навыков, удивительным образом это никак не влияет на передачу анекдотов от одного поколения детей другому.

## ЛИТЕРАТУРА

- Бюлер К. Теория языка. Репрезентативная функция языка. М. 1993. (1934).  
 Журицкий А.Н. Семантическая структура загадки: Неметафорические преобразования смысла. М., 1989.  
 Утехин И.В. Об анекдотах и чувстве юмора у детей // Труды факультета этнологии ЕУСПб. Вып. 1. СПб., 2001. С. 214–229.

\* Ср. некоторые замечания о молчании после рассказанного анекдота у Х. Сакса (Sacks, 1974, p. 349–351).

- Фрейд З. Остроумие и его отношение к бессознательному // Фрейд З. Я и Оно: Труды разных лет. Тбилиси, 1991. Кн. 2.
- Чуковский К.И. От двух до пяти. Минск, 1983.
- Шахнарович А.М., Юрьева Н.М. К проблеме понимания метафоры // Метафора в языке и тексте. М., 1988. С. 108-118.
- Attardo S. *Linguistic Theories of Humor*. Berlin, N.Y.: Mouton de Gruyter, 1994.
- Attardo S., Hempelmann Chr.F., Maio S. Discript oppositions and logical mechanisms: Modelling incongruities and their resolutions // *Humor*. 2002. 15-1. P. 3-46.
- Bateson G. *A Theory of Play and Fantasy* // Bateson G. *Steps to an Ecology of Mind*. New York: Ballantine, 1972. P. 177-193.
- Bruner J.S., Sherwood V. Peekaboo and the learning of rule structures // *Play: Its role in development and evolution* / Ed. by J.S. Bruner, K. Sylva. Harmondsworth, England: Penguin Books, 1975. P. 277-85.
- Douglas M. The social control of cognition: some factors in joke perception // *Man. New Series*. 1968. 3-3. P. 361-376.
- Hockett Ch.F. *Jokes* // *Studies in linguistics in honor of George L. Trager* / Ed. by M. Estellie Smith. The Hague - Paris: Mouton, 1972. P. 153-178.
- Lefort B. Structure of verbal Jokes and comprehension in young children // *Humor*. 1992. 5-1/2. P. 149-163.
- McGee P.E. *Humor, its origin and development*. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1979.
- Metaphor and Symbolic Activity. Special Issue: *Developmental Perspectives on Metaphor*. 1995.10(4).
- Minsky M. Jokes and the logic of the cognitive unconscious // *Cognitive constraints on communication (Synthese language library; 18)* / Ed. by L. Vaina, J. Hintikka. Dordrecht: Reidel, 1984(1980). P. 175-200. (Рус. пер.: Минский М. Остроумие и логика когнитивного бессознательного // Новое в зарубежной лингвистике. Вып. XXIII: Когнитивные аспекты языка. М., 1988).
- Morreall J. Verbal humor without switching scripts and without non-bona fide communication // *Humor*. 2004. 17-4. P. 393-400.
- Norrick N.R. *Conversational Joking*. Bloomington: Indiana Univ. Press, 1993.
- Norrick N.R. On the conversational performance of narrative Jokes: Toward an account of timing // *Humor*. 14-3. 2001. P. 255-274.
- Piaget J. La formation du symbole chez l'enfant: Imitation, jeu et rêve, image et représentation. Neuchâtel; Paris: Delachaux et Niestlé, 1994 (1945).
- Polanyi L. Conversational storytelling // *Handbook of Discourse Analysis*. Vol. 3. / Ed. by T. van Dijk. London e.a.: Academic Press, 1985. P. 183-201.
- Raskin V. *Semantic mechanisms of humor (Synthese language library. Vol. 24)*. Dordrecht e.a.: D. Reidel, 1985.
- Sacks H. An analysis of the course of Joke's telling in conversation // *Explorations in the ethnography of speaking* / Ed. by R. Bauman, J. Sherzer. Cambridge Univ. Press, 1974. P. 339-353.
- Shultz T.R. A Cognitive-Developmental Analysis of Humour // *Humour and Laughter: Theory, Research and Applications* / Ed. by A. Chapman, H. Foot. London e.a.: John Wiley & Sons, 1976. P. 11-36.
- Schegloff E., Sacks H. Opening up closings // *Semiotica*. 1973. 8. P. 289-327.
- Tomasello M. *The Cultural Origins of Human Cognition*. Cambridge (MA), London: Harvard Univ. Press, 2000.
- Vosniadou S. Children and Metaphors // *Child Development*. 1987. 58. P. 870-885.
- Wolfenstein M. *Children's Humor. A psychological analysis. Foreword by Alan Dundes*. Bloomington: Indiana Univ. Press, 1978(1954).

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Условные обозначения, используемые в транскрипции:

? — повышение тона; внутри слова ставится перед гласным, на котором заметное движение тона имеет место;

(.) — незначительная пауза;

() — пауза с указанием длительности в десятых долях секунды;

, — пауза с падением тона, меньшим чем в конце повествовательного высказывания;

. — пауза с падением тона, подобным концу повествовательного высказывания;

внутри слова — сильное падение тона; внутри слова ставится перед гласным, на котором заметное движение тона имеет место;

: — удлинение звука;

> < — убыстренный темп высказывания;

< > — замедленный темп высказывания;

xx- — выдох;

-xx — вдох;

ШАХТЕРАМ — эмпфаза, заметное увеличение громкости;

\*все\* — заметное снижение громкости;

= — между строками — непосредственное без перерыва и наложения продолжение высказывания; внутри строки в пределах высказывания одного говорящего означает переключение из повествования в изображение прямой речи персонажа.

[ ] — начало и конец одновременного говорения;

/ — совпадающее с логическим интонационное выделение сегмента речи.

В двойных скобках — ремарки с указанием паралингвистических и невербальных проявлений, например: ((СМЕХ))

Пунктирная линия после от скобок с указанием невербальных проявлений проведена так далеко, как это необходимо, чтобы показать одновременное с продолжающимся смехом говорением других участников взаимодействия.

Говорящие отмечены начальными буквами имени или буквами Р (рассказчик), С (слушающий), СС (слушающие).

# КОНЦЕПТУАЛИЗАЦИЯ ПАМЯТИ И ЗАБВЕНИЯ В РУССКОМ ЯЗЫКЕ\*

Анна А. Зализняк

Целью данной работы является описание тех аспектов концептуализации феномена *памяти – забвения*, которые отражены в значении ряда предикатных слов и выражений русского языка, т.е. материалом нашего исследования служат глаголы (которые мы будем называть «глаголами памяти») — *помнить, запомнить, вспомнить, вспоминать, вспомниться*, безл. *помнится*, а также *забыть, забывать и запоминать*, — и некоторые фразеологические единицы. Круг проблем, связанных с концептом, заключенным в существительном *память*, в данной статье рассматриваться не будет (см. об этом, в частности: Дмитриевская, 1991; Кубрякова, 1991; Урысон, 2003, с. 37–41, а также: Брагина, 2007 с дальнейшей библиографией). Специфика концептуализации памяти и забвения в русском языке выявляется также путем сопоставления с данными английского, немецкого и французского языков.

## 1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Е.С. Кубрякова, основываясь на данных нейрофизиологии, делает вывод о том, что «...с механизмами памяти связаны, по существу, все процессы человеческой речемыслительной деятельности» (Кубрякова, 2004, с. 361). Для этого вывода имеются и собственно лингвистические основания. Действительно, языковые данные (в особенности, русского языка) свидетельствуют о том, что память является центральной системой, с которой связаны все остальные сферы высшей нервной деятельности человека: знание, мышление, восприятие (зрение), действия, речь, эмоции.

---

\* Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 04-06-80063а. Содержание данной статьи частично отражено в публикациях (Зализняк, 2006), (Zalizniak, 2007). Автор благодарен А.С. Немзеру за замечания, сделанные им при редактировании статьи (Зализняк, 2006).



Наиболее тесно связаны память и сознание / знание. В современном русском языке в ряде связанных употреблений глагол *помнить* сохраняет значение 'осознавать', ср.: *не помня себя от счастья; влюблен без памяти*, сделать что-либо в *беспамятстве*, когда речь идет об утрате не памяти, а сознания; ср. также: *В ушах с утра какой-то шум. / Он в п а м я т и иль грезит?* (Б. Пастернак. Разлука.) Память устойчивым образом концептуализуется как хранилище з н а н и й. Смысл 'знать' фигурирует в толковании глаголов *помнить* и *забыть*; сами глаголы *знать* и *помнить* в некоторых контекстах взаимозаменяемы; в немецком языке наиболее идиоматичным эквивалентом для русского *не помню* является *ich weiss nicht mehr*, букв. «я больше не знаю». Глагол *забыть* соотносится как с *помнить*, так и со *знать*, ср.: *Раньше помнил, а сейчас забыл; Знал, но забыл*. С другой стороны, *не помню* в некоторых контекстах отличается от *не знаю* только тем, что *не помню* имплицитно «раньше знал» (этот смысл составляет презумпцию глагола *помнить*). Так, на просьбу продолжить цитату человек может сказать *не помню* вместо *не знаю*, чтобы скрыть тот факт, что она ему вообще незнакома.

Память и м н е н и е (думание). Не затрагивая философский и нейролингвистический аспекты проблемы, отметим здесь лишь два обстоятельства: этимологическую связь слов *помнить* и *мнить* (глагол *помнить* восходит к «главному» и.-е. корню ментальной сферы \**men-*, см.: Фасмер, 1996, т. 3, с. 195) и смысловую близость глаголов *вспоминать* и *думать*, ср.: *Он редко вспоминал о своей первой жене и Он редко думал...* (см. также: Дмитриовская, 1991, с. 83). *Помнить о ком-то* значит «иногда вспоминать» или «иногда думать». Обратим внимание также на то, что в немецком языке существительное *Gedachtnis* «память» образовано от глагола *denken* ( *dachte, gedacht*) «думать»; с этим же глаголом связано существительное *Denkmal* «памятник». В толковании некоторых значений *помнить* и *забыть* фигурирует семантическая единица 'думать' (ср.: Wierzbicka, 1972, p. 229–231).

Память и з р е н и е. В книге Н.Г. Брагиной (2007, с. 121–126) многообразные связи между памятью и зрением охватываются формулой «то, что мы видим, мы помним, то, что мы помним, мы как бы видим». Как известно, з р е н и е является основным источником наших з н а н и й (что отражено в этимологии многих и.-е. глаголов со значением 'знать') и, соответственно, п а м я т и. *Вспоминать* интерпретируется как «воскрешать образ, видеть»: «...то, что человек видел раньше, при воспоминании он видит снова <...>». Не *помнить* означает в конечном счете невозможность снова увидеть (внутренним зрением), ср.: *А что было до замужества — не помню. Вспоминаю — и, как слепая, ничего не вижу* (М. Горький)» (Дмитриовская, 1991, с. 81). В некоторых контекстах глагол *забыть* оказывается синонимичен выражению *упустить из виду*.

Связь памяти с д е й с т в и е м выражается конструкцией «*забыть* + инф.»: *забыл/не забыл опустить письмо*. Заметим, что в английском языке (в отличие от русского) здесь возможен также глагол *remember*: *I forgot/remembered to post the letter* (см. параграф 3.1).

Устойчивая связь памяти с р е ч ь ю отражается в отношениях семантической деривации: в словообразовательном гнезде глагола *помнить* имеется целый

ряд глаголов речи: *напомнить* (в одном из значений, см.: Туровский, 1991б)\*; *помянуть, вспомнать, упомянуть, вспомнить* (в одном из значений, ср.: *Вы шли толпою, врозь и парами, / Вдруг кто-то вспомнил, что сегодня / Шестое августа по-старому, Преображение Господне.* [Б. Пастернак. Август]).

Память и чувство: *О, память сердца! ты сильней / Рассудка памяти печальной* (К. Батюшков). Выделенным статусом среди чувств, связанных с памятью, обладает любовь (ср.: Брагина, 2007, с. 176–183): *я тебя никогда не забуду* значит «не перестану любить», о любимом умершем говорят *незабвенный*, и т.д. Ср. также: «Тяжела ты, *любовная память!* / Мне в дыму твоём петь и гореть» (А. Ахматова); главное русское стихотворение о любви начинается словами «Я *помню* чудное мгновенье...» и т.д.

В работе В. Туровского (1991а) проводится весьма убедительная аналогия между глаголами *п а м я т и* и глаголами *о б л а д а н и я*. А именно, ряд глаголов *помнить – забыть – вспомнить – вспоминать 1 – вспоминать 2\*\** по своим лингвистическим свойствам (в том числе, аспектуальным) точно соответствуют ряду *иметь – потерять – найти – находить – искать* (соответственно, устанавливаются пары: *помнить – иметь, забыть – потерять, вспомнить – найти, вспоминать 1 – находить, вспоминать 2 – искать*). Это означает, что концепт памяти/забвения строится в русском языке на базе концепта обладания/потери\*\*\*. При этом весьма существенно, что объектом метафорического обладания, потери, поиска и т.д. в значении глаголов памяти является не сама информация, а возможность «доступа» к ней: именно она может быть утрачена, а потом восстановлена. Действительно, когда я говорю: *Я забыл его фамилию*, то, возможно, что через некоторое время я ее вспомню. Аналогично, я могу сказать: *Я потерял очки* в ситуации, когда я просто не знаю, где они находятся, ср.: *Она постоянно теряет очки; Она по несколько раз в день теряет ключи от машины* = «обнаруживает, что не знает, где они находятся». Указанная аналогия между двумя рядами глаголов замечательна своей последовательностью. К приведенному ряду может быть добавлена еще одна пара глаголов, а именно *забывать – терять* (об аспектуальных особенностях глагола *терять* см.: Зализняк, Шмелев, 2002; о семантической близости глаголов *забывать* и *терять* см. параграф 2.2).

Вышеупомянутая аналогия между памятью/забвением и обладанием/утратой представляет собой базовую концептуальную структуру, на основании которой строятся разные метафоры, соответствующие разным способам концептуализации памяти/забвения. Наиболее существенные различия здесь касаются типа «объекта хранения» и способа его утраты.

\* Аналогичное речевое значение есть у англ. *remind*, см.: (Wirerzbicka, 1972, p. 222), ср. также значение «передать привет» у англ. *remember* (*remember me to her*).

\*\* Согласно разграничению, введенному в: (Булыгина, Шмелев, 1989), *вспоминать 1* – тривиальный имперфективный коррелят глагола сов. вида *вспомнить*; *вспоминать 2* – «пытаться вспомнить»; подробнее см. параграф 3.3.

\*\*\* В подтверждение устойчивости метафоры обладания в языковой концептуализации памяти можно привести также франц. глагол *retenir*, имеющий оба значения: «держат, удерживать» и «помнить», т.е. реализующий соответствующий «семантический переход» (о понятии семантического перехода как объекте когнитивно ориентированной семантической типологии см.: Зализняк, 2001; Zalizniak, 2006).

А именно, этот объект может представляться: 1) как некий предмет, который находится в памяти, представляемой как контейнер (в частности, может быть оттуда извлечен путем поиска, ср.: *порыться в своей памяти*); 2) как «отпечаток» опыта; 3) как зрительный образ.

Память концептуализуется как обладание данным объектом, а забвение может быть представлено по-разному\*. С одной стороны, объект-предмет может неконтролируемым образом «выпасть» из контейнера, ср.: *у меня вылетело это из головы, дырявая память* и т.п. При помощи данной метафоры язык представляет мгновенное и легко обратимое забывание: то, что *вылетело из головы*, скорее всего, потом *вспомнится*. Объект-отпечаток может исчезнуть постепенно и необратимо (ср.: *стерлось из памяти, начисто забыл*). Объект-образ может быть чем-то «заслонен» и оказаться «невидимым», т.е. недоступным субъекту — при том, что он как бы продолжает существовать сам по себе. Эта метафора отражает постепенное и обратимое забывание; она в наибольшей степени разработана русским языком.

«Метафора заслонения» имеет два варианта. Первый — это зрительный образ, покрывающийся как бы пеленой тумана, которая постепенно становится все менее прозрачной. Экспликацией этого представления может служить следующий пример:

(1) Пройдет какой-нибудь месяц, и Анна Сергеевна, казалось ему, *покрывается в памяти туманом* и только изредка будет сниться с трогательной улыбкой, как снились другие. Но прошло больше месяца, наступила глубокая зима, а в *памяти все было ясно*, точно расстался он с Анной Сергеевной только вчера.

(А. Чехов. Дама с собачкой)

Второй вариант реализации этой метафоры состоит в следующем. Память предстает как огромный сундук, в котором хранятся разного рода объекты — таким образом, что они лежат один *под* другим: с самого верха, в максимальной доступности, находятся те из них, которыми человек пользуется ежедневно и которые он хорошо помнит. Чуть поглубже, т.е. *заслоненные*, покрытые другими, более новыми образами *бытия* (см. параграф 2.1 о внутренней форме глагола *забыть*) лежат какие-то менее нужные и реже используемые предметы. И уж совсем в глубине\*\*, — вещи, которыми мы почти никогда и даже вовсе никогда не пользуемся, и поэтому даже не знаем, что они там есть — вещи, о которых мы *забыли*. Другими словами, то, что человек *помнит*, и то, что человек *забыл*, находится в одном и том же вместилище. *Забыл* — значит, в данный момент не могу воспользоваться тем, что имею. Потому что когда мы некоторой информации не имеем, то мы говорим не *забыл*, а *не знаю*.

\* Обратим внимание на отсутствие в русском языке *nomen actionis* от глагола *помнить* (ср. англ. *remembering*) и, соответственно, концепта ситуации «хранения в памяти» — при том, что для ситуации «утраты» имеется два существительных: *забвение* и *забывание* (обозначающие, соответственно, состояние и процесс).

\*\* «Вертикальная» метафора памяти, согласно которой забытое находится «в глубине», а то, что мы помним, «на поверхности», подкрепляется, в том числе, такими выражениями как *<нечто> всплыло в памяти*, с приставкой *вз-*, прототипическое значение которой связано с движением вверх (а производное — с идеей внезапности), см.: (Gallant, 1979).

## 2. ЗАБЫТЬ

### 2.1. Внутренняя форма глагола *забыть*\*

Внутренняя форма глагола *забыть* соотносит его с той же словообразовательной моделью, которая реализована, например, в глаголах: *засыпать* <яму песком>, *защипать* <дырку>, *замолить* <грех>, *запить* <горе вином> и т.п., т.е. 'уничтожить (в релевантном отношении) объект процессом, обозначенным глаголом'. Эта модель в современном русском языке довольно продуктивна: она позволяет порождать новые глаголы, которые легко понимаются, даже если такой глагол оказывается омонимичен уже имеющемуся в языке глаголу, но реализующему другую модель, ср. *захлопать* <конец выступления> (= 'при помощи хлопанья в ладоши сделать неслышным для аудитории и тем самым несуществующим'), при наличии *захлопать* = 'начать хлопать'). Ср. также следующий пример:

(2) Как в молодости я приспособился сбегать от своих огорчений в сон — *заспать* беду, вернейшее средство! так с еще более юных лет открыл и другое сильнодействующее: немедленно *записать* свою боль [= 'путем писания уничтожить' — ср. стандартное значение глагола *записать* 'зафиксировать в письменной форме'. — А.З.].

(Л. Зорин. Тень слова)

Иными словами, русский глагол *забыть* означает: 'бытием (т.е. процессом жизни) уничтожить [образ в сознании]' (см. подробнее: Зализняк, 1995)\*\*. Уничтожение, выражаемое данной словообразовательной моделью с приставкой *за-*, предстает как результат его *заслонения* и *сокрытия* от глаз\*\*\*. Та же словообразовательная модель с приставкой *за-* использована в слове *запамятовать* <нечто>: «памятью (о чем-то другом) *заслонить* это нечто в своем сознании».

Здесь возникает, на первый взгляд, парадоксальная ситуация, потому что имеется глагол *запомнить*, построенный из тех же элементов, но с противоположным значением. При этом у слова *запомнить* раньше было также и значение 'забыть'

\* В Словообразовательном словаре русского языка (Тихонов, 1985) глагол *забыть* трактуется как немотивированный, что с синхронной точки зрения, очевидно, справедливо. В нашем рассуждении речь идет именно о «внутренней форме», т.е. о деривационной истории, с одной стороны, и о реконструируемой логике семантического развития — с другой.

\*\* Та же смысловая конструкция, что и в *забыть*, представлена, с иной диатезой, в глаголе *зажить* (о ране и т.п.): *рана зажила* = 'уничтожилась процессом жизни'. Ср. также своего рода совмещение идей 'забыть' и 'зажить' в выражении *в заросшей жизнью душе* из рассказа А. Платонова «Сокровенный человек».

\*\*\* В русском языке метафорические модели уничтожения весьма разнообразны; так, например, глаголы с приставкой *раз-* обозначают уничтожение путем расчленения, ср. *рассеять* <по ветру>, *распутить* <вязание> и т.п. Еще одна метафора уничтожения представлена приставкой *из-*, ср. *избыть* <горе, обиду> — 'процессом бытия уничтожить, как бы исчерпав'. Ср. соположение двух производных от *быть* глаголов, означающих разные виды уничтожения: *Лихо избудешь, всю кручину забудешь* (Даль, II: 369).

(отмеченное еще в словаре Даля), а у *запомнить* — значение ‘запомнить’ (см., напр.: СРНГ; СРЯ XI–XVII). Та дифференциация значений, которая имеет место в современном русском языке, произошла относительно недавно и в некотором смысле произвольным образом — так, в польском языке, наоборот, слово *zapomnieć* означает «забыть», а *zapamiętać* ‘запомнить’. Объяснение факта противоположности значений слова с морфологической структурой ‘за’+‘помнить’ состоит в том, что здесь конкурируют две различные словообразовательные модели с одной и той же приставкой *за-*. Одна модель, о которой уже шла речь выше, — ‘уничтожить объект процессом, обозначенным глаголом’ — дает значение ‘забыть’ (при этом здесь может быть использован глагол со значением ‘быть’ или со значением ‘помнить’, соответственно: ‘заслонить в сознании «бытием» или «памятью о бытии»’). Другая модель — ‘фиксировать объект действием, обозначенным глаголом’ — дает значение ‘запомнить’. Эта модель представлена в таких глаголах как *записать* <номер телефона>, *зарисовать* <узор>, *заснять* <что-то на пленку>, *забронировать* <номер в гостинице> и т.п. Действительно, в глаголе *запомнить* отражена идея, что нечто как бы «закрепляется в сознании»; ср.: *заруби себе на носу* = ‘запомни’ (о наличии идеи «фиксировать» в слове *запомнить* см.: Corbet, 1964, p. 52; Janda, 1986, p. 92; ср. также выражения *засечки памяти* [А. Солженицын], *зарубки памяти* [В. Набоков] и т.п.).

Помимо самого глагола *забыть*, метафора с окрытия и уничтожения процессом жизни отражена в ряде выражений и оборотов речи, группирующихся вокруг фразеологизма *быльем поросло* (варианты: *было, да быльем поросло*; *было, да былью поросло*).

Слово *былье* — собирательное от *быль* в значении ‘трава’ (это значение в качестве устаревшего отмечено еще в МАС; оно соответствует древнейшему значению глагола *быть* — ‘расти’). Выражение *быльем поросло* отсылает к траве, которая вырастает на не посещаемых, т.е. *забытых* людьми местах (прежде всего — на могиле, за которой никто не ухаживает: выросшая там трава покрывает и уничтожает саму могилу как материальный атрибут памяти о человеке, который в ней похоронен, ср.: *Всякая могила травой порастает* [Михельсон, 1994, т. 2, с. 382], а также ставшее крылатым выражение: *К нему не зарастет народная тропа*).

В дальнейшем в выражении *быльем пораста* слово *былье*, практически утратившее старое значение, подверглось контаминации со словом *быль* в современном значении ‘то, что было’ (в отличие от *небыль*, *небылица* — ‘то, чего не было’); возможно, что на переосмысление слова *былье* повлияла также аналогия со словом *быть* (ср. выражение *жизнь-быть*). Об этой контаминации свидетельствует употребление обсуждаемого выражения в художественной литературе, ср. следующий пример (Мелерович, Мокиенко, 1997, с. 92–94):

(3) Горький в то время производил тщательную работу освобождения своей памяти от огромного *груза былья*. Одна за другой выходили его книги с рассказами о *былом*, воспоминаниями, заметками из дневников.

(К. Федин. Горький среди нас)

Как отмечает В.В. Виноградов, «в поговорке *было, да быльем поросло* форма *быльем* воспринимается скорее каламбурно по связи с *было*. Даже соседством формы *поросло* не возбуждается значение ‘трава, зелень’, присущее областному

слову *былье*» (Виноградов, 1994, с. 875). Таким образом, поговорка приобрела новое прочтение, при котором концепт забвения уже не конструируется на основе образа «зарастания травой», а приближается к тому, который заключен в глаголе *забыть*: «[нечто] оказалось покрыто, заслонено и уничтожено тем, что б ы л о после».

С другой стороны, в русском языке имеется множество выражений, воспроизводящих исходный для обсуждаемой поговорки образ «зарастания травой» как символ забвения, ср.: *поросли мохом забвения* (А. Сухово-Кобылин, по: Мелерович, Мокиенко, 1997, с. 93); *травя забвения* — название повести Катаева, восходящее к монологу Руслана: *Зачем же поле, смолкло ты / И поросло травой забвенья* (А. Пушкин. Руслан и Людмила); *травую поросло* (= «давно прошло, забыто»); *Все быльем да ковылем поросло*; (Михельсон, 1994, т. 2, с. 382). Ср. также:

(4) Величава наша разлука, ибо  
навсегда расстаемся. Смолкает цитра.  
Навсегда — не слово, а вправду цифра,  
чьи нули, когда мы *зарастем травую*,  
перекроют эпоху и век с лихвою.

(И. Бродский. Прощайте, мадмуазель Вероника)

Таким образом, обсуждаемое выражение (*было, да быльем поросло*) в современном русском языке совмещает в себе обе метафоры: одна из них поддерживается выражениями типа *зараста травой*, другая — глаголом *забыть*.

## 2.2. *Забыть и забывать*: аспектуальная семантика

В книге А. Вежбицкой (Wierzbicka, 1972, p. 229) англ. глагол *to forget* трактуется как процесс. Хотя *процесс забывания*, безусловно, существует, онтологический статус ситуаций, обозначаемых, например, русскими глаголами *забыть* и *забывать*, представляет довольно сложную проблему.

Начнем с того, что существует два типа употребления слова *забыть* — синхронное, когда человек может обозначить свое состояние фразами типа (5), и ретроспективное, когда человек может сказать про себя *забыл* лишь после того, как он это *вспомнил*, — ср. (6), (7)\*:

(5) Я *забыл*, как его фамилия; куда положил ключи; в каком году это было; как переключать клавиатуру; что я хотел сказать.

(6) *Забыл* опустить письмо.

(7) а. *Забыл*, что обещал об этом никому не рассказывать.

б. *Забыл*, что Иван переехал на новую квартиру.

В случае синхронного употребления глагола *забыть* речь идет о выпадении какого-то слова или элемента пропозиции — соответственно, здесь объектом глагола *забыть* может быть имя или придаточное косвенного вопроса. При

\* Эти два типа употребления глагола *забыть* могут быть также обозначены, соответственно, как «перфектное» и «обратимое» (предложение Е.В. Падучевой).



ретроспективном употреблении выпадает вся пропозиция: в этом случае возможно *что*-придаточное (пример (7)) или инфинитив с опущенным кореферентным субъектом — в случае «забывания намерений»\* (пример (6)). Инфинитив прямо называет несовершенное действие (т.е. сочетание *забыл сделать* имеет толкование вида ‘не сделал, потому что...’), однако и конструкция с придаточным обычно имеет какую-то акциональную импликацию (указывает на то, что человек не сделал что-то, что собирался или должен был сделать).

Противопоставление синхронного и ретроспективного значений связано с различием в онтологическом статусе обозначаемой глаголом *забыть* ситуации.

Глагол *забыть*, как всякий глагол сов. вида, обозначает с о б ы т и е, т.е. переход в новое состояние (Зализняк, Шмелев, 2000, с. 36): очевидно, от состояния ‘помнить’ к состоянию ‘не помнить’. Вообще, события, в том числе ментальной природы (такие как *узнал, обрадовался, огорчился*), нормально могут быть локализованы во времени. Можно сказать, например:

(8) Я *узнал* об этом вчера в 5 часов вечера; в этот момент я *обрадовался*,

и это будет означать, что в указанный момент произошел переход в новое состояние (‘знаю’, ‘рад’).

Посмотрим теперь, каково значение аналогичных сочетаний с глаголом *забыть*.

*Забыть* в ретроспективном употреблении в конструкции с подчиненным инфинитивом с обстоятельством времени типа в *этот момент* не сочетается, ср.:

(6') \*В этот момент я *забыл* опустить письмо, позвонить Ивану, взять с собой зонтик\*\*.

В случае конструкции с *что*-придаточным фраза типа (7'), в принципе, возможна:

(7') В этот момент я *забыл*, что обещал об этом никому не рассказывать.

Однако эта фраза означает, очевидно, не то, что событие ‘забыл’, как бы его ни трактовать, произошло в *этот момент*. Она означает, прежде всего, как и в случае с неотправленным письмом, что произошло нечто, противоположное тому, что предполагалось (человек рассказал то, о чем должен был молчать). Слово *забыл* указывает здесь на то, что это произошло н а ф о н е, а также п о п р и ч и н е состояния ‘не помню’, имевшего место в течение какого-то временного интервала, включающего *этот момент*.

Для синхронного употребления глагола *забыть* сочетание с обстоятельством времени рассматриваемого типа также в принципе возможно, ср.:

(5') В этот момент я *забыл* пароль; как его фамилия; в каком году это было; что я хотел сказать.

\* Согласно З. Фрейду (Freud, 1901), это особый вид забывания, противопоставленный «забыванию впечатлений».

\*\* В предложениях типа: Я *забыл* в два часа позвонить Ивану обстоятельство времени входит в подчиненную, а не главную пропозицию.



Однако предложения типа (5') также не означают, что в *этот момент* произошло событие 'забыл': здесь, очевидно, речь идет о том, что в этот момент я обнаружил, что не помню. (Иначе это называется *вылетело из головы*: о более прочном забывании обычно не говорят в *этот момент*). Более того, как оказывается, событие 'забыть' в принципе не может быть приурочено ни к какому моменту. Тем самым оно является в некотором смысле фиктивным: момент перехода из одного состояния в другое никаким образом не фиксируется; мы можем лишь констатировать, что еще две минуты назад помнил, а сейчас обнаружил, что не помню.

Итак, 'забыть' – это фиктивное событие. Однако это обстоятельство еще не исчерпывает особенностей его аспектуальной семантики. Дело в том, что глагол *забыть*, как видно из всех приводившихся примеров, обозначает не событие, а результирующее состояние. В принципе, значение, близкое к стативному, имеют многие глаголы сов. вида, ср.: *Лифт сейчас починили*; *Я сейчас сильно похудела*, где наречие *сейчас* указывает на временную соотнесенность именно результирующего состояния, а не перехода в него. Но глаголы *починить*, *похудеть* могут иметь и обычное событийное значение, где в фокусе находится момент перехода в новое состояние (*лифт вчера починили*; *я за это время похудела*). Для *похудеть*, в частности, это будет присущее градационным глаголам значение констатации факта изменения, которое накапливается постепенно, и при этом его временные рамки фиксируются расстоянием между моментами наблюдения. Глагол *забыть*, наоборот, обозначает результат моментального перехода, но такого, что сам момент перехода скрыт от наших глаз. Заметим, что точно также устроен глагол *потерять* (ср. выше об аналогии между глаголами памяти – забвения и обладания – потери). *Потерял* <кошелек, перчатку, билет> значит: 'обнаружил, что не имею (а раньше имел)'; сам момент перехода из одного состояния в другое (т.е. событие 'потерял') не может быть фиксирован. В переносных значениях глагол несов. вида *терять* (напр., *терять вес*) обозначает процесс постепенного уменьшения чего-то – совершенно аналогично глаголу *забывать* в употреблении типа *я забываю французский язык*.

Очевидно, что это процесс особого типа. В работе В. Туrowsкого (1991а, с. 92) он охарактеризован как «пунктирный» (термин из: Булыгина, Шмелев, 1989), т.е. складывающийся из отдельных «актов забывания». Как кажется, точнее было бы сказать, что этот процесс складывается не из «актов забывания» (таковых, как мы видели, не существует), а из «актов обнаружения» того, что объем информации в памяти уменьшился по сравнению с предыдущим моментом наблюдения.

Таким образом, если пользоваться обычным инструментарием семантического анализа, то можно сказать, что глагол *забывать* обозначает реконструируемый процесс перехода из того состояния, которое имело место в какой-то предшествующий момент наблюдения (например, 'я хорошо говорю по-французски'), к тому, которое мы зафиксировали сейчас (например, 'я плохо говорю по-французски')\*.

\* Таким образом, видовая пара *забывать* – *забыть* ближе всего к градационным (Зализняк, Шмелев, 2000, с. 57), ср. *стареть* – *постареть*, *уменьшаться* – *уменьшиться*.

Другой, и возможно даже более точной, характеристикой этого процесса является метафора *постепенного покрытия пеленой тумана, которая становится все менее прозрачной*.

### 3. Помнить

#### 3.1. Помнить и знать

Согласно МАС, глагол *помнить* имеет единственное значение ‘удерживать в памяти, не забывать’, т.е. *помню* значит ‘все еще не забыл (хотя мог бы)’. Тем самым *забыть* оказывается в некотором смысле семантически первично по отношению к *помнить*. Иными словами, *забыть* значит ‘утратить нечто’, а из отрицания этого смысла, т.е. ‘(вопреки ожиданию) не утратить’, строится концепт *помнить* (ср. толкование для английских глаголов *remember* и *forget* в: Wierzbicka, 1972, p. 228–230).

В этой связи обратим внимание на одно различие между русским и английским языками. В английском языке допустимы оба синонимичных предложения (9) и (10)\*:

(9) Did you *remember* to ring Bill?

(10) Did you *not forget* to ring Bill?

Между тем по-русски эту мысль можно выразить только способом, соответствующим (10):

(11) Ты *не забыл* позвонить Биллу?

Объяснение этому факту, по-видимому, состоит в том, что в русском языке просто нет подходящего глагола памяти, который можно было бы употребить в предложении, соответствующем английскому *I remembered to ring Bill*. А именно: глаголы *помнить* и *вспоминать* не подходят, потому что они несов. вида, а из глаголов сов. вида *вспомнить* включает лишний смысловой компонент ‘в течение какого-то времени не помнил’, а *запомнить* не подходит ни семантически (так как он включает неуместный компонент начинательности), ни синтаксически (так как он не управляет инфинитивом).

Семантический анализ глаголов со значением ‘помнить’ и ‘забыть’ имеет достаточно давнюю традицию, начиная с известной работы Посталя (Postal, 1970; краткий обзор см.: Wierzbicka, 1972, p. 228; Апресян, 2001, с. 15). Главная проблема здесь состоит в том, включает ли толкование этих слов единицу семантического языка ‘знать’. А. Вежицкая (Wierzbicka, 1972) предложила толкования для пяти значений англ. глагола *to remember*. Два из них (*John remembers Mary's name* и *I have just remembered what Mary's maiden name was*) включают семантическую единицу ‘знать’, в других вместо него фигурирует компонент

\* Примеры из: Wierzbicka, 1972, p. 230.

‘представлять себе’ (*‘imagine’*; в дальнейшем этот смысл был исключен из числа «семантических примитивов») и ‘думать <о чем-то>’. В работах более недавнего времени А. Вежбицкая вообще не прибегает к смыслу ‘знать’, используя для толкования *remember* лишь единицу ‘думать’ (*‘think <about>’* [Wierzbicka, 2007]; аналогичное решение принимается в работе: Van Valin, Wilkins, 1993).

Включенность компонента ‘знать’ в толкование глагола со значением ‘помнить’ подтверждается данными, например, немецкого языка, где в определенных контекстах наиболее идиоматическим средством передать идею ‘я помню’ является выражение *ich weiss noch* (букв. *я еще знаю*)\*, ср. русский пример (12а) и его немецкий перевод (12b):

(12) а. Ведь было время, Николай Алексеевич, когда я вас Николенкой звала, а вы меня – *помните* как? (И. Бунин. Темные аллеи)

б. Gab es doch eine Zeit, Nikolaj Alexejevitsch, da habe ich Sie Nikolenka genannt, und Sie nannten mich – *wissen Sie noch*, wie?\*

Однако данные русского языка такого семантического разложения не подтверждают. Действительно, если смысл ‘помнить’ включает смысл ‘знать’, то следует ожидать, что в значение предложений с глаголом *помнить* входит значение предложений с глаголом *знать*, что неверно. В значительной части контекстов замена *помнить* на *знать* вообще невозможна, т.е. соответствующее предложение с глаголом *знать* аномально, ср.:

(13) Я *помню* (\**знаю*) чудное мгновенье... (А. Пушкин. К \*\*)

(14) *Помню* (\**знаю*) я, как наши обе головы вдруг очутились в душевной, полупрозрачной, пахучей мгле, как в этой мгле близко и мягко светились ее глаза и горячо дышали раскрытые губы... (И. Тургенев. Первая любовь)

В других случаях такая замена возможна, ср.:

(15) Я *помню* (*знаю*) таблицу умножения / 1-й закон Ньютона.

(16) Я *помню* (*знаю*), когда произошло сражение при Ватерлоо.

Однако и в тех случаях, когда такая замена все же возможна, значение предложения с глаголом *знать* далеко не всегда является частью значения предложения с *помнить*. ср.:

(17) а. Я *помню* его бабушку.

б. Я *знаю* его бабушку.

А именно, *помнить* включает в себя *знать* в тех случаях, когда этот глагол обозначает нечто вроде ‘мочь назвать’ — как в примерах (15), (16). В прочих же случаях значение предложения с глаголом *знать* имеет дополнительные — по

\* Ср. также возможный эквивалент для *я забыл* <как его зовут> — *ich weiss nicht mehr <wie er heisst>* и для *я вспомнил* — *jetzt weiss ich wieder*.

\*\* Iwan Bunin. Der Sonnentisch. Erzählungen. Übersetzt von K. Borowsky. Stuttgart: Philipp Reclam, jun., 1995. S.133.

сравнению с *помнить* — семантические компоненты. Например, в контексте одушевленного объекта глагол *знать* обычно означает ‘быть знакомым’ (что не обязательно для *помнить*); кроме того, *знать* в этом значении требует «экзистенциального согласования»: настоящее время этого глагола указывает на то, что речь идет о человеке, который жив — ср. (17б); в противном случае надо сказать *Я знал его бабушку*; для *помнить* такого требования нет. Этот факт отражает некое существенное различие в характере ментального состояния, выражаемого глаголами *помнить* и *знать*.

Итак, с точки зрения соотношения глаголов *помнить* и *знать* выделяют-ся три типа случаев: (i) когда замена *помнить* на *знать* невозможна (примеры (12а), (13), (14)); (ii) когда она возможна, и значение предложений с этими двумя глаголами *знать* входит в значение предложения с *помнить* (примеры (15), (16)); (iii) когда она возможна, но значение предложения с *знать* не входит целиком в значение предложения с *помнить* (17б)).

Эти различия связаны с тем, что глагол *помнить* может обозначать различные типы памяти, а именно *опытную* и *информационную*.

Опытная память — это сохранение некоторого «впечатления» как элемента собственного *опыта*, информационная — сохранение *знания* о каком-то факте, полученного обычно из какого-то внешнего источника информации\*. Возможность замены *помнить* на *знать*, при которой не появляются дополнительные смысловых компонентов, возникает в том случае, когда *помнить* обозначает информационную память. В этом случае глагол *помнить* может быть заменен на *знать* именно потому, что информационная память действительно включает в себя знание: если человек помнит таблицу умножения или помнит, в каком году произошло сражение при Ватерлоо, то верно также и что он *знает* это. Однако если человек *помнит*, например, некоторую свою встречу с женщиной, т.е. сохраняет собственное *впечатление* о ней, — то он ни в каком смысле не *знает* ее; поэтому в таких контекстах глагол *помнить* и не может быть заменен на *знать*.

Реальная картина, однако, несколько сложнее за счет того, что глагол *знать* тоже имеет разные режимы употребления: один соответствует знанию информации, а другой — опытному знанию. Соответственно, в последнем случае в принципе оказывается возможно употребление в одном и том же контексте глагола *помнить*, обозначающего опытную память, и глагола *знать*, обозначающего опытное знание. Так, можно *помнить* какой-то город, улицу, какого-то человека, а также какие-то чувства и ощущения, и к тем же объектам применим предикат *знать* — см. пример (21) ниже. Однако опытное знание устроено существенно иначе, чем опытная память — именно поэтому в значительной части контекстов глагол *помнить*, обозначающий опытную память, все же не может быть заменен на *знать* — ср. примеры (19) и (20).

Объектом опытной памяти является единичная ситуация в прошлом — как в примерах (18), (19а). А объектом опытного знания как раз единичная ситуа-

\* Особый случай составляет знание, полученное из собственного опыта, которое тоже может быть объектом информационной памяти; см. об этом следующий параграф.

ция в прошлом быть не может; опытное знание непременно включает элемент обобщения, ср. правильное (20b) с подчиненной пропозицией, имеющей родовой статус, и неправильное (20a) с референцией к единичной ситуации; наоборот, *помнить* не сочетается с родовым статусом пропозиционального объекта, ср. (19b).

(18) *Помню* тройку удалую, / Вспышки дальних зарниц, / Вашу позу усталую, /  
Тень от длинных ресниц.

(19) а. Я *помню*, как трудно мне было отказаться.

б. \*Я *помню*, как трудно бывает в таких случаях отказаться.

(20) а. \*Я *знаю*, как трудно мне было отказаться.

б. Я *знаю*, как трудно бывает в таких случаях отказаться.

Предложение (21) возможно как с глаголом *помнить*, так и с глаголом *знать* только потому, что именная группа *это ощущение пустоты...* имеет разный референциальный статус: конкретно-референтный в (21a) и родовой в (21b):

(21) а. Я *помню* это ощущение пустоты, наступившее после окончания большой работы.

б. Я *знаю* это ощущение пустоты, наступающее после окончания большой работы.

Соответственно, в выражении: Я *помню это ощущение* производится референция к некой единичной ситуации, а в: Я *знаю это ощущение* — к классу ситуаций (или имеется в виду некое обобщение, которое могло быть произведено, в том числе, и на основании единичного опыта).

Таким образом, причиной невозможности замены *помнить* на *знать* в случае опытной памяти является различие в ограничениях на референциальный статус подчиненной пропозиции. Для предметных объектов подобных различий нет (конкретно-референтный статус дополнения допустим для обоих глаголов), поэтому замена возможна (ср.: Я *помню эту улицу* — Я *знаю эту улицу*). В предложении с глаголом *знать* появляются дополнительные компоненты, потому что в отличие от информационной памяти, которая вторична по отношению к знанию (человек может *помнить* только ту информацию, которую он *знает*), опытная память в некотором смысле первична по отношению к соответствующему типу знания, которое, наоборот, формируется на основе опытной памяти и, в частности, включает дополнительный компонент обобщения.

Высказанные выше соображения и приведенные факты, касающиеся употребления русских глаголов *помнить* и *знать*, должны быть учтены при составлении толкования глагола *помнить* (что не входило в нашу задачу). Наиболее правильное, на мой взгляд, решение — то, которое принято в отношении англ. глагола *remember* А. Вежбицкой в книге (Wierzbicka, 1972): различается несколько значений, и семантический примитив 'знать' фигурирует в толковании лишь тех из них, которые соответствуют информационной памяти.

### 3.2. Помнить, что и помнить, как

Оппозиция информационной и опытной памяти выражается в русском языке противопоставлением придаточных, вводимых, соответственно, союзами *что* и *как*. Сравним следующие предложения\*:

(22) а. Я помню, *что* мы купались в мае в Москве-реке.

б. Я помню, *как* мы купались в мае в Москве-реке.

В (22а) и в (22б) имеются в виду разные виды памяти: в первом случае — наличие в сознании субъекта некоторой информации, во втором — наличие зрительного образа; соответственно, во втором случае подчиненная пропозиция производит референцию к «ситуации», а в первом — к «факту»\*\*. То же самое противопоставление выражается в английском языке оппозицией конструкций: *I remember that I switched off the light* и *I remember switching off the light*, которое описано в (Lyons, 1982) как противопоставление «non-experiential vs. experiential point of view»; ср. также оппозицию «factual (*remember that*) vs. experiential» (*remember doing something*) в (Goddard, 2003). Объектами опытной памяти могут быть только те ситуации, которые имели место в прошлом и в которых субъект участвовал — хотя бы в качестве очевидца. Для информационной памяти таких ограничений нет; конструкция *помнить, что* может вводить любой тип пропозиции — общее или оценочное суждение, суждение о будущем и т.д.

(23) а. Из геометрии он *помнил* только, *что* у равностороннего треугольника все стороны равны.

б. *Помни*, *что* исправлять ошибки никогда не поздно.

с. Ты *помнишь*, *что* завтра родительское собрание?

Во всяком случае, любое предложение с *помнить, что* допускает такую «информационную» интерпретацию. Так, например, высказывание (24а) может быть уместно в том числе и в ситуации, когда человек рассказывает известные ему сведения из биографии исторического деятеля, — в отличие от высказывания (24б), которое может быть сделано только на основании собственного воспоминания.

(24) а. Я помню, *что* в пять лет он убежал из дома.

б. Я помню, *как* в пять лет он убежал из дома.

Однако возможно и такое употребление сочетания *помнить, что*, при котором источником информации является не сообщение, а результат обработки данных непосредственного восприятия — своего рода редукции зрительного образа к некоторой сущности ментальной природы (пользуясь выражением Н.Д. Арутюновой, можно сказать, что здесь «из процесса как бы экстрагируется факт» [Арутюнова, 1985]). Другими словами, это значит, что в случае «памяти

\* Примеры из статьи: Падучева, 1986, с. 26.

\*\* Имеется в виду противопоставление «ситуация» — «факт», введенное Арутюновой (1985); ср. также: Падучева, 1986.

о личном опыте» *помнить, что* включает в себя *помнить, как*, т.е. предложение (22а) должно интерпретироваться как редуцированная форма выражения следующего смысла: ‘Я помню, как мы купались... и на основании этого заключаю, что имело место то, что мы купались...’\*.

Итак, конструкция *помнить, что* маркирует информационную память, а *помнить, как* — опытную. Отметим, что в русском языке для глагола *помнить* характерна, кроме того, бессоюзная конструкция; при этом в большинстве случаев никакой союз здесь восстановлен быть не может. Например:

(27) *Помню*, день был розовый, только когда солнце заходило за тучку, все становилось как-то суровее и холоднее, как всегда весной. (К. Букша. Эрнст и Анна [ruscorpora])

(25) *Помнишь*, у нас в пятом классе появился новенький? Степашкин была его фамилия.

(26) Ты же *помнишь*, он работает со мной редактором, в одной комнате. (В. Катанян. Лоскутное одеяло [ruscorpora])\*\*

Бессоюзная конструкция, как показано А. Вежбицкой (Wierzbicka, 2006, p. 208ff, 256) на материале английских эпистемических глаголов, имеет собственную семантику, которая определяется тем обстоятельством, что отсутствие подчинительного союза придает подчиненной пропозиции более высокий коммуникативный статус и делает ее относительно независимой от семантики подчиняющего предиката. В случае глагола *помнить* в бессоюзной конструкции как бы «размывается» оппозиция двух типов памяти — поскольку она формируется именно типом подчиненной пропозиции и ее отношения к подчиняющему предикату *помнить*.

### 3.3. *Помнить vs. вспоминать*

Специфика концептуализации памяти в русском языке определяется, в частности, противопоставлением с о с т о я н и я, описываемого глаголом *помнить*, и п р о ц е с с а, выражаемого глаголом *вспоминать*.

В статье Т.В. Булыгиной и А.Д. Шмелева (1989) у глагола несов. вида *вспоминать* различаются два значения: в одном он является просто имперфективным коррелятом к *вспомнить* и обозначает то же самое событие: ‘непроизвольно или в результате целенаправленных усилий восстановить в сознании утраченную ранее информацию’, ср.: *И тут я вспоминаю, что забыл выключить электрическую печку (= вспомнил)*. Другое значение — конативное: ‘пытаться вспомнить’, ср.: *Я долго и мучительно вспоминал его отчество, и в конце концов вспомнил*. В первом значении *вспоминать* образует с глаголом *вспомнить*

\* Аналогично, А. Вежбицкая (Wierzbicka, 1969, p. 70) рассматривает предложения типа: *Я вижу, что Джона здесь нет* как имеющие исходную структуру ‘На основании того, что я вижу, я заключаю, что Джона здесь нет’.

\*\* Здесь и далее примеры, помеченные [ruscorpora], взяты из Национального корпуса русского языка.



тривиальную пару, во втором — предельную подтипа «попытка-успех» (см.: Маслов, 1984, с. 59–61; Зализняк, Шмелев, 2000, с. 61).

У глагола *вспоминать* имеется еще один класс употреблений (*Весь вечер я вспоминал о вчерашней встрече*), о котором в статье Т.В. Булыгиной и А.Д. Шмелева (1989, с. 36) говорится, что в таких случаях речь идет не о процессе, а скорее о «пунктирной» последовательности событий («вспоминания» отдельных деталей), разделенных малыми интервалами; иногда этот пунктир почти переходит в «сплошную линию»\*. Однако все же, по-видимому, у глагола *вспоминать* следует признать наличие и собственно процессного значения, ср. (обратим внимание на наличие обстоятельства места):

(28) Лужин жил, как на железных качелях: думать и *вспоминать* успевал только ночью, в узком закутке, где пахло рыбой и нечистыми носками. *Вспоминал* он чаще всего кабинет в петербургском доме — кожаные пуговицы на сгибах мягкой мебели, — и жену свою, Лену, о которой пять лет ничего не знал. (В. Набоков. Случайность)

Процесс «вспоминания» может производиться вполне сознательно, ср.:

(29) И еще он думал о том, что его полностью оценят, когда он умрет, и *вспоминал*, собирал в кучку крупички похвал, слышанных им за последнее время. (В. Набоков. Уста к устам)

(30) Напрасно я старался пересилить ужас, *напрасно вспоминал*, как однажды, в детстве, я проснулся и, прижав затылок к низкой подушке, поднял глаза и увидел спросонья, что над решеткой изголовья наклоняется ко мне непонятное лицо <...>. (В. Набоков. Ужас)

Кроме того, глагол *вспоминать* имеет речевое значение (также процессное, ср. *говорить, рассказывать*):

(31) А потом пришла домой Таня, вся как-то утончившаяся за эти двадцать лет, с уменьшившимся лицом и подобревшими глазами, — сразу закурила, засмеялась, без стеснения *вспоминая* с ним то отдаленное лето. (В. Набоков. Круг)

«Вспоминание», включающее речевой компонент, может становиться *занятием*, ср.:

(32) Что вы вчера делали? — Пили вино, танцевали, *вспоминали* студенческие годы.

Итак, глагол *вспоминать* имеет три различных с аспектуальной точки зрения значения: *событийное*, т.е. равное значению глагола несов. вида *вспомнить* (*и тут я внезапно вспоминаю...; каждый раз, проходя мимо этого места, я вспоминаю...*), значение *предельного процесса*, результатом

\* Как представляется, аномальность приводимой авторами фразы *Весь вечер я вспоминал о вчерашней встрече, ни на секунду о ней не забывая* обусловлена не «пунктирным» характером ситуации, обозначенной глаголом *вспоминать*, а некорректностью соположения процесса (*вспоминать*) и состояния (*не забывая*).

которого является событие 'вспомнить' (= 'пытаться вспомнить' *мучительно вспоминал*) и значение неопредельного, или гомогенного процесса (*весь вечер вспоминал студенческие годы, своих друзей*). Нас здесь будет интересовать лишь последнее — значение гомогенного процесса. Оно обнаруживает себя наиболее ярко, когда оно поддерживается контекстом (например, тем, что процесс 'вспоминать' протекает одновременно с другими аналогичными процессами), ср.:

(33) И воспоминания разгорались все сильнее. Доносились ли в вечерней тишине в его кабинет голоса детей, приготовлявших уроки, слышал ли он романс или орган в ресторане, или завывала в камине метель, как вдруг воскресало в памяти все: и то, что было на молу, и раннее утро с туманом на горах, и пароход из Феодосии, и поцелуи. Он *долго ходил по комнате, и вспоминал, и улыбался*, и потом воспоминания переходили в мечты, и прошедшее в воображении мешалось с тем, что будет. (А. Чехов. Дама с собачкой)

Процессное значение поддерживается также наречиями типа *часто, редко, всегда, всякий раз*, ср.:

(34) Он сперва *вспоминал* ее часто, потом — редко, потом снова — все чаще и чаще. (В. Набоков. Звонок)

Без контекстной поддержки процессное значение ослабевает, и глагол *вспоминать* сближается с *помнить*. Так, если в (33) и (34) заменить *вспоминать* на *помнить* нельзя (ср. \**Он долго ходил по комнате, и помнил, и улыбался*; \**Он помнил ее часто* и т.д.), то для примеров (35) и (36) такая замена возможна, ср.:

(35) а. Я *вспоминаю*, как мы катались по лесу на велосипеде.

б. Я *помню*, как мы катались по лесу на велосипеде.

(36) а. Я *вспоминаю* его студентом.

б. Я *помню* его студентом.

Между обсуждаемыми двумя глаголами сохраняется, однако, вполне определенное различие. Глагол *помнить* обозначает состояние сознания субъекта, детерминированное нахождением информации в ее «хранилище» (точнее, в «зоне доступа» этого хранилища). Между тем *вспоминать* указывает на то, что с этой информацией производятся определенные манипуляции: человек как бы достает одну за другой единицы хранения и считывает содержащуюся в них информацию. Можно сказать иначе: глагол *вспоминать* как бы запускает фильм, который начинает прокручиваться перед нашими глазами, — в отличие от глагола *помнить*, который вызывает фотографический снимок. Иллюстрацией здесь могут служить следующие два примера, в каждом из которых использованы оба глагола (в обоих примерах глагол *вспоминать* обозначает повторяющийся процесс, а *помнить* — длящееся состояние):

(37) Главный товар в магазине оставался незамеченным, — такие уж пошли дети, с горечью думал Пильграм и мельком *вспоминал* собственное детство. Его

покойный отец, — моряк, шатун, пройдоха, — женился, уже под старость, на желтой светлоглазой голландке, которую он вывез с Борнео, и, покончив со странствиями, открыл лавку экзотических вещей. Жена вскоре умерла, сын ходил в школу, а потом стал помогать в лавке. Он теперь не помнил точно, как и когда стали появляться в ней ящики с бабочками, но *помнил*, что любил бабочек с тех пор, как существует. (В. Набоков. Пильграм)

(38) Он был одним из товарищей моего брата Григория, который <...> утонул двадцати трех лет, купаясь летним вечером в большой, очень большой реке, так что теперь, когда *вспоминаю* брата, первое, что является мне, это — блестящая поверхность воды, ольхой поросший островок, до которого он никогда не доплыл, но вечно плывет сквозь дрожащий пар моей памяти <...>. Я его *помню* ожидающим моего брата в темной столовой нашего бедного провинциального дома: он присел на первый попавшийся стул и немедленно принялся читать мятую газету, извлеченную из кармана черного пиджака, и лицо его, наполовину скрытое стеклянным забралом дымчатых очков, приняло брезгливо плачущее выражение, словно ему попался пасквиль. *Помню* его городские, неряшливо зашнурованные сапоги были всегда пыльными, как если бы он только что прошел пешком много верст по тракту, между незамеченных нив. (В. Набоков. Истребление тиранов)

Противопоставление глаголов *помнить* и *вспоминать*, столь очевидное для русского языка, по-видимому, отсутствует в основных западных языках (в том смысле, что процессное и стативное значения выражаются одним и тем же глаголом); об англ. *remember* в этой связи см. (Wierzbicka, 2007, 26–29).

### 3.4. *Помнить* в безличной конструкции

Обилие безличных конструкций — одна из известных особенностей русского синтаксиса. Как считает А. Вежицкая, она отражает специфическую феноменологическую ориентацию русского языка, который делает акцент на идее неконтролируемости происходящих с человеком событий (Wierzbicka, 1992, р. 413). Безличная конструкция как бы снимает с человека ответственность за происходящее: «хорошие и плохие вещи происходят с нами; они не являются следствием того, что мы делаем» (Wierzbicka, 1992, р. 430); см. об этом также: (Зализняк, Левонтина, 2005).

Для русского глагола *помнить* характерна конструкция с дательным падежом субъекта (обычно в 1-м лице): *мне помнится*. Например:

(39) Мне *помнится*, лет десять назад, перед войной, вы ездили в Москву с моей запиской в известный вам институт. (В. Дудинцев. Белые одежды [ruscorpora])

Субъект в дательном падеже может быть (и обычно бывает) опущен, ср.:

(40) Я рассматривал, *помнится*, психологическое состояние преступника в продолжение всего хода преступления. (Ф. Достоевский. Преступление и наказание [ruscorpora])

(41) Я, *помнится*, обещал вам, что в этой книжке будет и моя сказка. (Н. Гоголь. Вечера на хуторе близ Диканьки [ruscorpora])

(42) *Помнится*, мне тогда очень не понравились его слова, но я сам не знал почему.  
(Ф. Искандер. Сандро из Черема [ruscorpora])

В книге А. Вежбицкой (Wierzbicka, 1992, р. 427) предлагается следующее толкование:

(43) *Мне помнится* (букв. 'It remembers itself to me') =  
что-то во мне говорит: Я это помню  
не потому, что я этого хочу  
я не хочу сказать: Я это помню

Действительно, в соответствии с общей семантикой безличной конструкции, основное различие между безличным *помнится* и «агентивным» *помню* состоит в устранении ответственного субъекта. Следующий шаг состоит в устранении субъекта вообще — именно поэтому субъект в дательном падеже при *помнится* часто оказывается опущен.

Другая бросающаяся в глаза особенность *помнится* — преобладание бессознательной конструкции: в Национальном корпусе русского языка подчиняющий союз при *помнится* присутствует лишь приблизительно в 10% употреблений.

Безличное *помнится* вводит пропозицию, характеризующую личный опыт субъекта, ср. примеры (39)–(42). Действительно, предложение (44) звучит несколько странно; здесь следовало бы сказать *насколько я помню*.

(44) ?Сражение при Ватерлоо, *помнится*, произошло 15 июня 1815 года.

Ср., однако следующий реальный пример:

(45) Наша княгиня Ольга за убийство мужа, *помнится*, потребовала дань от древлян — по голубю с дома. (А. Шубин. Путь к благополучию [ruscorpora])

Этот пример, однако, не противоречит, а наоборот, подтверждает сказанное выше: хотя вводимая пропозиция в реальности не принадлежит личному опыту говорящего, она подается говорящим как таковая. Употребление слова *помнится*, наряду с выражением «*наша княгиня Ольга*» служит приемом, при помощи которого говорящий «присваивает» этот исторический опыт своего народа, представляя его как свой собственный.

Русское *помнится* не имеет эквивалентов в английском, французском и немецком языках — в том смысле, что в качестве переводных эквивалентов для *помнится* используются те же средства, что и для *помнить* \*.

Стоит упомянуть еще глагол *вспомниться*, также лингвоспецифичный и не имеющий эквивалента, в частности, в английском языке — см. переводы примеров (46) – (47) ниже. В соответствии с вышеупомянутой особенностью концептуализации мира, характерной для русского языка, *вспомниться* делает акцент на непроизвольном характере актуализации образа в сознании, ср. также уже упоминавшееся выражение *всплыло в памяти*. В работе Вежбицкой

\* Так, например, в повести И.С. Тургенева «Первая любовь» слово *помнится* встречается восемь раз. Из них в семи во французском переводе употреблено выражение *Je me souviens*, в немецком — *Ich erinnere mich* и лишь один раз — *il m'en souvient; wie mir erinnerlich*.

(Wierzbicka, 2007) конструкция *X-у вспомнился Y* характеризуется как обозначающая «непроизвольную память» («involuntary memory»). Глагол *вспомниться* употребляется в двух конструкциях — с субъектом-стимулом в позиции подлежащего (ср. *мне вспомнилась прошлогодняя поездка на Байкал*) и собственно безличная, где субъектную позицию занимает придаточное (обычно вводимое союзом *как*), ср.\*:

(46) Опять краска стыда покрыла ее лицо, *вспомнилось* его спокойствие, и чувство досады к нему заставило ее разорвать на мелкие клочки листок с написанною фразой. (Л. Толстой. Анна Каренина)

Again a flush of shame covered her face. She *remembered* his calm, and a feeling of vexation with him made her tear the sheet with the written phrase into little shreds. (L. Tolstoy. Anna Karenina)

(47) И вдруг ему *вспомнилось*, как они детьми вместе ложились спать и ждали только того, чтобы Федор Богданыч вышел за дверь, чтобы кидать друг в друга подушками и хохотать. (Л. Толстой. Анна Каренина)

And he suddenly *remembered* how as children they had gone to bed at the same time and had only waited for Fyodor Bogdanych to leave before they started throwing pillows at each other and laughing. (L. Tolstoy. Anna Karenina)

Отметим, что для глагола *вспомниться* весьма характерна совместная встречаемость с словом *вдруг*, также лингвоспецифичным и выражающим идею «непредсказуемости мира» (Булыгина, Шмелев, 1998).

#### 4. ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Итак, *память* концептуализуется языком как «хранилище» информации (*хранить в памяти, сокровищница памяти, извлекать из памяти, рыться в памяти; объем памяти* и т.д.), ср.: «Память X-а – это мыслимая как полый объект часть сознания X-а, предназначенная для длительного хранения того, что человек знает» (Апресян, 2001, с. 14). Причем, как мы убедились, в этом хранилище находится как то, что мы *помним*, так и то, что мы *забыли*. Когда мы говорим, что мы нечто *забыли*, это означает лишь то, что мы утратили доступ к этой информации, «путь» к данной «единице хранения».

Однако этот путь может быть восстановлен: «зацепившись» за какой-то предмет или ощущение (вспомним Пруста), сознание может восстановить даже тот образ, который казался навсегда утраченным. Язык в этом случае пользуется метафорой умирания – воскресения, ср. одно из словарных значений слова *оживить* — ‘восстановить в памяти’ (МАС), а также следующий пример:

\* Перевод примеров (46) and (47) приводится по изданию: (Leo Tolstoj. Anna Karenina. Translated by Richard Pevear and Larissa Volokhonsky. Penguin Classics, 2001).

(48) Много позже, когда все, как говорится, *быльем поросло*, Лева взглянул однажды на ее кольцо... — и вдруг все *ожило* и завертелось перед его глазами, *воскресло* и ощущение того вечера с Митишатевым, и всех последовавших дней. (А. Битов. Пушкинский дом)

Обратим внимание, что концептуализация забвения как утраты доступа к информации довольно точно соответствует научной модели памяти (см. напр.: Солсо, 1995), согласно которой любая информация, однажды человеком воспринятая, сохраняется в его мозгу навсегда: то, что мы помним, отличается от того, что мы забыли, именно знанием «пути» к месту ее хранения.

## ЛИТЕРАТУРА

- Апресян Ю.Д. Системообразующие смыслы 'знать' и 'считать' // Русский язык в научном освещении. 2001. № 1. С. 5–26.
- Арутюнова Н.Д. Об объекте общей оценки // Вопросы языкознания. 1985. № 3. С. 13–24.
- Брагина Н.Г. Память в языке и культуре. М.: «Языки славянских культур», 2007.
- Булыгина Т.В., Шмелев А.Д. Ментальные предикаты в аспекте аспектологии // Логический анализ языка. Проблемы интенциональных и прагматических контекстов. М., 1989. С. 31–54.
- Булыгина Т.В., Шмелев А.Д. Неожиданности в русской языковой картине мира // ПОЛУТРОПОН. Сборник статей к 70-летию В.Н. Топорова. М.: «Индрик», 1998. С. 306–324.
- Виноградов В.В. История слов. М., 1994.
- Даль В.И. Пословицы русского народа. В 2-х тт. СПб., 1997.
- Дмитровская М.А. Философия памяти // Логический анализ языка. Культурные концепты. М., 1991. С. 78–85.
- Зализняк Анна А. Опыт моделирования семантики приставочных глаголов в русском языке // Russian linguistics. 1995. Vol. 19. P. 143–185.
- Зализняк Анна А. Семантическая деривация в синхронии и диахронии: проект создания «Каталога семантических переходов» // Вопросы языкознания. 2001. № 2. С. 13–25.
- Зализняк Анна А. Забвение по данным русского языка // Собрание сочинений. К 60-летию Льва Иосифовича Соболева. М., 2006. С. 216–227.
- Зализняк Анна А., Левонтина И.Б. Отражение «национального характера» в лексике русского языка // Зализняк Анна А., Левонтина И.Б., Шмелев А.Д. Ключевые идеи русской языковой картины мира. М.: Языки русской культуры, 2005. С. 307–335.
- Зализняк Анна А., Шмелев А.Д. Введение в русскую аспектологию. М., Языки русской культуры, 2000.
- Зализняк Анна А., Шмелев А.Д. Новые материалы к «Аспектологическому словарю русского языка» // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии. Труды международного семинара «Диалог-2002». Т. 1. Протвино, 2002. С. 134–144.
- Кубрякова Е.С. Об одном фрагменте концептуального анализа слова *память* // Логический анализ языка. Культурные концепты. М., 1991. С. 85–91.
- МАС – Словарь русского языка. В 4-х тт. / Под ред. А.П. Евгеньевой. 4-е изд. М., 1999.
- Маслов Ю.С. Очерки по аспектологии. Л.: Изд-во ЛГУ, 1984.
- Мелерович А.М., Мокиенко В.М. Фразеологизмы в русской речи. Словарь. М., 1997.
- Михельсон М.И. Русская мысль и речь. В 2-х тт. М., 1994.
- Падучева Е.В. О референции языковых выражений с непредметным значением // НТИ. Сер. 2. 1986. № 1. С. 23–31.

Солсо Р. Когнитивная психология. М., 1995.

СРНГ – Словарь русских народных говоров. М.-Л.: Наука, 1965.

СРЯ XI–XVII – Словарь русского языка XI–XVII вв., М.: Наука, 1975.

Тихонов А.Н. Словообразовательный словарь русского языка. М., 1985.

Туровский В.В. Память в наивной картине мира: *забыть, вспомнить, помнить* // Логический анализ языка. Культурные концепты. М., 1991а. С. 91–95.

Туровский В.В. Словарная статья глагола *напоминать* // Семиотика и информатика. Вып. 32. М., 1991б. С. 171–175.

Урысон Е.В. Проблемы исследования языковой картины мира. М., 2003.

Фасмер М. Этимологический словарь русского языка. В 4-х тт. СПб., 1996.

Corbet Ch. *Quelques incidences lexicographiques de la préverbalisation en russe* // *Revue des Etudes slaves*, t. XL. 1964. P. 46–54.

Janda L. *A semantic analysis of the Russian verbal prefixes za-, pere-, do-, and ot-*. Slavistische Beiträge. B. 192. München, 1986.

Freud S. *Zur Psychopathologie des Alltagslebens*. Wien, 1901.

Gallant J. *Russian Verbal Prefixation and Semantic Features: An Analysis of the Prefix VZ-*. Slavistische Beiträge. B. 135. Otto Sagner Verlag, München, 1979.

Goddard C. *A «lexicographic portrait» of forgetting* // *Workshop on the Semantics of Memory in a Crosslinguistic perspective*, UNSW, 22 November 2003.

Lyons J. *Deixis and Subjectivity: Loquor, ergo sum?* // *Speech, Place, and Action* / Ed. by R.I. Jarvella, W. Klein. Chichester: John Wiley & Sons, 1982. P. 101–124.

Postal P. *On the surface verb Remind* // *Linguistic Inquiry*. 1970. 1. P. 37–120.

Van Valin R.D., Wilkins D. *Predicting syntactic structure from semantic representation: Remember in English and its equivalents in Mparntwe Arrente* // *Advances in Role and Reference Grammar* / Ed. by R.D. Van Valin. Amsterdam: John Benjamins, 1993. P. 499–534.

Wierzbicka A. *Dociekania semantyczne*. Wrocław etc., 1969.

Wierzbicka A. *Semantic primitives*. Linguistische Forschungen. Athenäum: Frankfurt/M., 1972. B. 22.

Wierzbicka A. *Semantics, Culture, and Cognition. Universal Human Concepts in Culture-Specific Configurations*, N.Y., Oxford: Oxford Univ. Press, 1992.

Wierzbicka A. *English: Meaning and Culture*. Oxford – N.Y.: Oxford Univ. Press, 2006.

Wierzbicka A. *Is «remember» a universal human concept? «Memory» and culture* // *The Language of Memory in a Crosslinguistic Perspective* / Ed. by M. Amberber. Amsterdam: John Benjamins, 2007. P. 13–40.

Zalizniak Anna A. *A Catalogue of semantic shifts as a database for semantic Typology* // *Second International Conference of the German Cognitive Linguistics Association. Munich. 5–7/10. 2006. Abstracts, 2006*. P. 161.

Zalizniak Anna A. *Conceptualization of remembering and forgetting in Russian* // *The Language of Memory in a Crosslinguistic Perspective* / Ed. by M. Amberber. Amsterdam: John Benjamins, 2007. P. 97–118.



# К ВОПРОСУ О ВАЛИДНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ПСИХОЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ<sup>\*</sup>

*О.В. Федорова*

## 1. ВВЕДЕНИЕ

В наши дни все больше и больше научных исследований носит ярко выраженный междисциплинарный характер. В частности, так называемая **когнитивная наука** (Cognitive science), существующая в своем нынешнем виде с семидесятых годов прошлого века, объединяет шесть самостоятельных дисциплин, а именно: философию, когнитивную психологию, лингвистику, кибернетику, нейронауку и антропологию (Gardner, 1985). Согласно самому краткому из известных нам определений (Robinson-Riegler, Robinson-Riegler, 2004, p. 5), когнитивная наука — это междисциплинарная попытка понять разум (mind) человека.

Предлагаемая ниже работа также носит междисциплинарный характер: в ней будут активно использоваться элементы трех из перечисленных выше шести научных дисциплин — лингвистики, когнитивной психологии и кибернетики. Однако переплетены они будут не совсем стандартным образом. Уже из названия данной статьи становится понятно, что основной областью научных

---

<sup>\*</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (грант «Мультимодальный подход к исследованию грамматики и дискурса»). Автор выражает благодарность С.А. Афонину, А.А. Кибрику, Е.В. Печенковой, И.А. Серкиной, М.В. Юдиной и И.С. Яновичу за критические замечания и ценные советы, высказанные в процессе работы над статьей, а также студентам отделения теоретической и прикладной лингвистики филологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова за помощь в сборе материала. Все недостатки, ошибки и неточности, однако, остаются на совести автора.

интересов ее автора является психолингвистика, которая сама по себе возникла на стыке двух наук — психологии и лингвистики. От экспериментальной психологии психолингвистика унаследовала методологию экспериментальных исследований, а от лингвистики — человеческий язык как объект исследования. Таким образом, своими корнями психолингвистика тесно связана с экспериментальной психологией; однако, стремительно прогрессируя в последние годы в области развития новых технологий (в частности, различных онлайн-овых экспериментальных методик, подробнее см. ниже), психолингвистика, на наш взгляд, заметно отстает от экспериментальной психологии в осознании важности некоторых фундаментальных принципов экспериментальных исследований. С другой стороны, используя язык в качестве объекта исследования, психолингвисты далеко не всегда уделяют достаточное внимание естественности стимульного материала своих экспериментов, за что часто подвергаются справедливой критике со стороны представителей общей лингвистики. Другими словами, будучи междисциплинарной по своей сути, психолингвистика, как нам представляется, пока заметно отстает от двух своих наук-прародительниц в вопросе проработанности методологического аппарата. Наконец, с момента основания когнитивной науки неотъемлемой ее частью является кибернетическая составляющая. Идея о сходстве человеческого разума с компьютером, так называемая **компьютерная метафора**, высказываемая учеными с большей или меньшей осторожностью, присутствует во многих современных работах, посвященных когнитивной проблематике.

Итак, в данной работе мы будем описывать результаты некоторых психолингвистических экспериментов, время от времени обращаясь к знаниям из сферы экспериментальной психологии, традиционной лингвистики, а также математического моделирования. Чтобы помочь читателю не запутаться в настоящей статье, которая порой сильно напоминает лоскутное одеяло, скажем еще несколько вступительных слов о содержании и структуре работы.

Когда ученый-психолингвист собирается заняться новым для себя направлением психолингвистических исследований, он, как правило, моделирует и проводит первый, пилотный, эксперимент, адаптируя (если есть такая возможность) данные других исследований (проведенных на других языках или с другими группами испытуемых). В том случае, если его результаты оказываются по меркам современной психолингвистики статистически значимыми (статистическая обработка результатов в экспериментальной психолингвистике отличается от аналогичной в экспериментальной психологии наличием, в частности, при дисперсионном анализе [ANOVA] анализа  $F_2$  «по стимулам» в дополнение к анализу  $F_1$  «по испытуемым»), он особенно и не задумывается об их надежности и валидности. И только получив в следующем подобном эксперименте противоположные результаты, столь же статистически значимые, он начинает осознавать зыбкость своих предыдущих теоретических обобщений. Разумеется, в современной психолингвистике существуют и солидные научные школы, в которых эксперименты моделируются более основательно и целенаправленно, однако описанная ситуация также является довольно распространенной.

Автору настоящей работы тоже не удалось избежать подобного казуса. Первые эксперименты, посвященные изучению одного частного вопроса, так

называемого «раннего-позднего закрытия», внутри более общей проблемы разрешения синтаксической неоднозначности показали явную предпочтительность одного из двух возможных прочтений. Однако результат нескольких последующих экспериментов оказался противоположным. Вводя в рассмотрение новые факторы, мы получали и новые противоречия. После проведения четырнадцатого эксперимента родилась идея настоящей статьи.

В параграфе 2 вводятся основные понятия экспериментальной психолингвистики, к которым мы будем обращаться далее при анализе материала экспериментов. В параграфе 3 описывается проблематика синтаксической неоднозначности. Кратко перечислены все проведенные эксперименты. Заметим, что уровень значимости во всех этих экспериментах составляет 0,05 или даже 0,01, что говорит о статистической значимости результатов. Далее мы возвращаемся к проблеме валидности и рассматриваем внешние факторы, которые могли повлиять на результаты экспериментов, выбираем из наших 14 экспериментов только те, которые максимально похожи друг на друга по методике и стимульному материалу. Параграф 4 посвящен так называемой экологической валидности экспериментов: мы рассматриваем вопрос о том, насколько велика вероятность встретить используемые нами предложения в реальной коммуникации, а также вопрос о целесообразности введения понятия «предпочтение языка в целом». Наконец, в параграфе 5 мы постараемся дать ответ на вопрос о том, как нам проверить полноту выявленных факторов. В заключении кратко намечены перспективы дальнейших исследований.

## 2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПСИХОЛИНГВИСТИКИ. ПОНЯТИЯ ВАЛИДНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ

Экспериментальная психолингвистика — совсем молодая наука, возникшая в середине прошлого века в США. Согласно одному из многочисленных определений (Kess, 1992, p. 11), задача экспериментальной психолингвистики состоит в формулировании и экспериментальной проверке гипотез относительно языкового и, шире, когнитивного, поведения человека в процессе порождения и понимания речи. Рассмотрим кратко некоторые основные понятия экспериментальной психолингвистики, пришедшие из области экспериментальной психологии, которая сформировалась как наука примерно на полвека раньше. В данном параграфе мы опираемся на учебные пособия: (Солсо и др., 2002, и Robinson-Riegler, Robinson-Riegler, 2004).

Традиционно выделяют два метода научного исследования: **наблюдение** в естественных условиях и **эксперимент**. В эксперименте, в отличие от наблюдения, исследователь манипулирует одним или несколькими **факторами** (или **независимыми переменными**, independent variables), определяя их воздействие на другой фактор (**зависимую переменную**, dependent variable). В экспериментах, имеющих простой дизайн, бывает одна зависимая и одна независимая

переменные; в более сложном случае зависимых и независимых переменных может быть несколько. У каждой независимой переменной может быть два или несколько значений (их принято называть **уровнями**).

Проведя экспериментальное исследование с необходимым для получения статистически значимых результатов количеством испытуемых и стимульных предложений, исследователь-психолингвист получает некоторые результаты, из которых впоследствии выводит надежные и валидные заключения. **Надежность** (reliability) эксперимента — это воспроизводимость и стабильность его результатов в другом подобном исследовании, которое будет проведено тем же самым или иным исследователем. **Валидность** (validity) эксперимента — это степень достоверности выводов и заключений, сделанных на основе этого эксперимента.

Эксперимент как метод научного исследования обладает большим количеством различных достоинств по сравнению с наблюдением в естественных условиях, однако имеет и существенные недостатки, один из которых непосредственно связан с понятием валидности. Один из постулатов экспериментальной психологии об **обеспечении постоянных условий** (holding conditions constant) гласит, что хорошо продуманный эксперимент предполагает, что экспериментальным манипуляциям подвергается только независимая переменная (независимые переменные), а все остальные факторы, которые потенциально способны повлиять на результаты эксперимента, поддерживаются одинаковыми для всех испытуемых. В таком случае все различия в значениях зависимой переменной, которые будут получены в результате проведенного эксперимента, могут быть объяснены действием независимой переменной. Если же найдется некоторая неучтенная переменная (она обычно называется **внешней** [extraneous variable], или **вмешивающейся** [confounding variable]), то происходит **смещение переменных** (variable confound); в таком случае результаты эксперимента могут быть поставлены под сомнение. Безупречность экспериментальной процедуры, строгая продуманность **контроля** за переменными обеспечивают **внутреннюю валидность** (internal validity) эксперимента. Однако часто такой эксперимент теряет в своей **экологической валидности** (ecological validity), частном виде **внешней валидности** (external validity): случается, что те результаты, которые мы получаем в лабораторных условиях, плохо экстраполируются на реальное поведение людей в реальной жизни. В лабораторных условиях мы имеем дело с **закрытой системой**, когда все факторы находятся под почти полным контролем; в реальном же мире значительно чаще встречаются **открытые системы**, когда мы слабо контролируем переменные или же не контролируем их вовсе. Таким образом, внешняя и внутренняя валидности эксперимента находятся как бы на разных полюсах: улучшая одну, мы тем самым ухудшаем другую, и наоборот. Ниже приводится схема из работы: (Robinson-Riegler, Robinson-Riegler, 2004, p. 39).

Но насколько требование валидности и надежности выполняется на практике? И какова в действительности предсказательная сила наших экспериментов? Рассмотрим этот вопрос на примере серии экспериментов на так называемое «раннее-позднее» закрытие в русском языке.

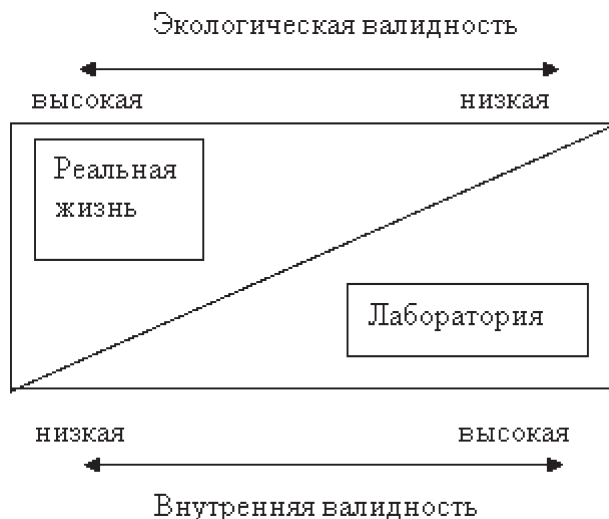


Схема 1. Соотношение внутренней и экологической валидности

### 3. СИНТАКСИЧЕСКАЯ НЕОДНОЗНАЧНОСТЬ В СОВРЕМЕННОЙ ПСИХОЛИНГВИСТИКЕ

Со времени выхода работ Н. Хомского (1957) и Дж. Миллера (1962) синтаксический анализ считается основополагающим, ядерным компонентом любой психолингвистической модели понимания предложения. Важная роль при построении таких моделей отводится синтаксически неоднозначным предложениям, т.е. таким, которым можно приписать более одной синтаксической структуры (в отечественной традиции более принят термин «синтаксическая омонимия», см., в частности: Дрейзин, 1966; Иорданская, 1967; Иомдин и др., 2005). В зависимости от того, как модели описывают разрешение синтаксической неоднозначности, выделяют (i) последовательные, (ii) параллельные модели и (iii) модели с отсрочкой. **Последовательные модели** (Serial processing model) постулируют построение только одной синтаксической структуры и процедуру последующей корректировки в случае ошибочного первоначального анализа. Самая известная подобная модель — модель Заблуждения (Garden-path model), впервые описанная в работе: (Frazier, 1978); существуют также многочисленные ее модификации (подробный русскоязычный обзор см. в: Секерина, 1996; Секерина, 2002). **Параллельные модели** (Parallel processing model) одновременно строят все возможные альтернативные синтаксические структуры предложения; выбор между этими альтернативами осуществляется путем конкуренции (competitive process) (см. работы: MacDonald et al., 1994; Tabor et al., 1997). Наконец, в **моделях с отсрочкой** (Delay processing model) разрешение этого вопроса откладывается до появления всей необходимой информации (Marcus, 1980).

Синтаксическая неоднозначность возникает из разных источников. Например, классическое английское синтаксически неоднозначное предложение: «*Visiting relatives can be boring*», которому было посвящено несколько методологически важных работ (Tyler, Marslen-Wilson, 1977; Farrar, Kawamoto, 1993), может быть понято как в том смысле, что родственники скучны, так и в том смысле, что посещать родственников скучно. Этот тип синтаксической неоднозначности в англоязычной традиции называется «Syntactic category ambiguity», а в отечественной — разметочная синтаксическая омонимия. Другой большой класс синтаксической неоднозначности носит название «Attachment ambiguity» (стрелочная синтаксическая омонимия в отечественной традиции). Настоящая статья будет посвящена одному частному типу данного вида синтаксической неоднозначности, а именно, феномену «раннего-позднего закрытия».

### 3.1. Исследование феномена раннего-позднего закрытия на русском материале: краткий обзор проведенных экспериментов

Предметом рассмотрения в настоящей работе являются сложноподчиненные предложения с относительными придаточными, которые модифицируют одно из двух имен, входящих в состав сложной именной группы (далее ИГ), например: «*Кто-то застрелил служанку актрисы, которая стояла на балконе*». Данные предложения являются потенциально неоднозначными — при совпадении рода и числа имен существительных они имеют два прочтения: придаточное может относиться как к главному имени, к  $N_1$ , или присоединяться к первому **хосту** («**служанка** стояла на балконе», так называемое раннее закрытие), так и к зависимому, к  $N_2$  («**актриса** стояла на балконе», позднее закрытие). Эксперименты, проведенные на материале разных языков, показали, что носители одних (английский, шведский, арабский, норвежский, румынский) предпочитают позднее закрытие, в то время как носители других (польский, африкаанс, греческий, нидерландский, немецкий, японский) чаще выбирают вариант с ранним закрытием. Наша задача состоит в том, чтобы выявить предпочтения носителей русского языка, с одной стороны, и определить факторы, которые могут влиять на распределение предпочтения в пределах русского языка, с другой. Известно, что одним из таких факторов, в частности, является длина придаточного предложения: во всех языках, где уже исследовался этот эффект — английском, хорватском, голландском, французском, бразильском, португальском, немецком, хинди, японском и испанском — короткие придаточные чаще, чем длинные, присоединяются к зависимому имени существительному. Таким образом, предполагается, что и в русском языке предложение с коротким придаточным, например: «*В раздевалке девушки заметили тренера гимнаста, который им нравился*» будет присоединяться ко второму, зависимому имени чаще, чем аналогичное предложение с длинным придаточным: «*В раздевалке девушки заметили тренера гимнаста, который им нравился еще с прошлого чемпионата*».

За последние годы на материале русского языка было проведено 14 различных исследований. Ниже приводится описание этих экспериментов с большей

или меньшей степенью подробности (полное описание см. в соответствующих работах).

В первых экспериментах (Sekerina, 2003; Sekerina, Fedorova, 2004) было обнаружено явное предпочтение раннего закрытия, эффект длины придаточного, однако, найден не был. В других работах (Fedorova, Yanovich, 2004; Федорова, Янович, 2004; Федорова, Янович, 2005) описано два эксперимента на новом стимульном материале: в первом, {Long\_Short}, были противопоставлены короткие и длинные придаточные (42 испытуемых), а во втором, {Long\_Short\_Broken}, к ним были добавлены так называемые разрывные придаточные (63 испытуемых). Разрывные придаточные, имея такую же длину, как длинные придаточные, содержат при этом дополнительное вложенное придаточное предложение, например: «*В раздевалке девушки заметили тренера гимнаста, который им нравился, хотя совершенно не умел танцевать*»; данный тип предложений был введен для проверки Просодической гипотезы (Fodor, 1998), подробнее см. ниже. В этих двух экспериментах был зафиксирован сильный эффект длины, однако общее предпочтение оказалось на случайном уровне (результаты см. в таблице 1).

Для получения более достоверных результатов был проведен новый эксперимент, его процедура и стимульный материал в точности повторяли эксперимент {Long\_Short}. Единственное отличие состояло в том, что по результатам претеста 36 испытуемых были заранее разделены на две группы по 18 человек по объему их **оперативной памяти** (ОП) — еще одного фактора, потенциально влияющего на выбор предпочтения (см. {Long\_Short\_WM:2} в таблице 1). Оказалось, что в этом новом эксперименте (Fedorova, Yanovich, 2005a) общее предпочтение составляет уже 64% раннего закрытия при 46,5% в эксперименте, проведенном ранее на точно таком же стимульном материале. Как можно объяснить столь сильные расхождения? Мы предположили, что дело в разном распределении испытуемых с большим и маленьким объемами ОП: раз выбор испытуемых с большим объемом ОП, как видно из таблицы, случаен (48%), в то время как испытуемые с небольшим объемом ОП в 80% случаев предпочитают раннее закрытие, то наличие в первом эксперименте общего случайного уровня может говорить о преобладании в нем испытуемых с большим объемом ОП. Если пойти дальше и разделить испытуемых не на 2, а на 3 группы по объему ОП, т.е. увеличить количество уровней этой независимой переменной, можно получить еще более многообещающие результаты (см. {Long\_Short\_WM:3} в таблице 1). Оказывается, что предпочтения на случайном уровне характерны скорее для людей со средним объемом ОП, а испытуемые с максимальным объемом, напротив, предпочитают позднее закрытие. Почему? Была выдвинута гипотеза (Fedorova, Yanovich, 2005a), что испытуемые со средним объемом ОП иногда ведут себя как люди с большим объемом ОП, а иногда следуют стратегиям испытуемых с маленьким объемом ОП, тем самым давая случайное распределение. Испытуемые же с большим объемом ОП чаще выбирают позднее закрытие, возможно, потому, что ориентируются на семантику, которая и склоняет их к выбору второго имени. Еще одним важным результатом эксперимента, описанного в указанной выше работе, оказалось наличие значимого эффекта длины придаточного, а также аддитивность этих двух факторов.



**Таблица 1**  
Взаимодействие объема ОП и длины придаточного, в % раннего закрытия

Эксперимент: длина придаточного, ОП	Объем памяти	Общее предпочтение	Длина придаточного		
			Короткие	Разрывные	Длинные
{Long_Short}	–	46,5	42	-	51
{Long_Short_Broken}	–	50	31	51	69
{Long_Short_WM:2}	маленький < 4	80	72	-	88
	большой ≥ 4	48	35	-	61
	среднее	64	53,5	-	74,5
{Long_Short_WM:3}	маленький ≤ 3	85	81	-	89
	средний ≤ 4	53	46	-	60
	большой ≥ 4,5	33	25	-	41
{Long_Short_Broken_WM:2}	маленький < 4	65	63	65	68
	большой ≥ 4	51	52	40	61
	среднее	58	57,5	52,5	65
{Long_Short_Broken_WM:3}	маленький ≤ 3	70,5	66,5	70	75
	средний ≤ 4	50,5	49	45	57
	большой ≥ 4,5	53,5	57	42	62

Однако этот последний эксперимент имел существенный недостаток — распределение в {Long\_Short\_WM:3} было очень неравномерным. Так, нашлось всего шесть испытуемых с большим объемом ОП. Поэтому был проведен еще один эксперимент ({Long\_Short\_Broken\_WM:2} и {Long\_Short\_Broken\_WM:3}, результаты см. в таблице 1), в котором 42 испытуемых были заранее разделены как на две, так и на три равные группы по объему их ОП. Но ситуация повторилась — на этот раз испытуемые с большой ОП показали предпочтение на случайном уровне; кроме того, у них уже не наблюдался эффект длины. Подобные результаты вынуждают нас искать новые объяснения.

Следующий эксперимент {RC-length\_N<sub>1</sub>-length\_N<sub>2</sub>-length\_WM:2} был организован более масштабно: 108 испытуемых, протестированных предварительно по объему ОП, имели дело с предложениями, различавшимися как длиной придаточного, так и длиной первой или второй ИГ при сложной ИГ, образуя таким образом следующие комбинации:

- (1a). В раздевалке девушки заметили тренера гимнаста, который им нравился.
- (1b). В раздевалке девушки заметили **молодого** тренера гимнаста, который им нравился.
- (1c). В раздевалке девушки заметили тренера **молодого** гимнаста, который им нравился.
- (2a). В раздевалке девушки заметили тренера гимнаста, который им нравился еще с прошлого чемпионата.
- (2b). В раздевалке девушки заметили **молодого** тренера гимнаста, который им нравился еще с прошлого чемпионата.
- (2c). В раздевалке девушки заметили тренера **молодого** гимнаста, который им нравился еще с прошлого чемпионата.

Результаты (см. таблицу в Приложении 1; Fedorova, Yanovich, 2005b) показали отсутствие эффекта раннего закрытия (общее предпочтение раннего закрытия 48,7%); для предложений с отсутствием прилагательного перед именем (примеры 1a и 2a) был выявлен сильный эффект объема ОП, который оказался незначимым для четырех других случаев (примеры 1b, с и 2b, c); эффект длины придаточного был зафиксирован для стимулов с отсутствием прилагательного и с прилагательным у первого имени существительного, однако при прилагательном у второго имени (примеры 1c и 2c) этот эффект отсутствовал; наконец, был выявлен сильный эффект длины ИГ<sub>1</sub> или ИГ<sub>2</sub>: наличие прилагательного у второго имени вызывало значительное преобладание позднего закрытия (всего 23,4% раннего закрытия). Однако в отличие от предыдущих экспериментов все факторы действовали не аддитивно, а во взаимодействии. По результатам этого исследования была выдвинута идея о том, что необходимо различать как поверхностные, просодические стратегии, влияющие на выбор закрытия, так и глубинные, семантические. Просодические стратегии не зависят от объема ОП, в то время как семантические зависят — таким образом, испытуемые с большим объемом ОП могут использовать как поверхностные, так и глубинные (семантические) стратегии выбора предпочтения, в то время как люди с небольшим объемом ограничиваются только поверхностными (Fedorova, Yanovich, 2005b).

В еще одной нашей работе (Fedorova, 2006) в рассмотрение был включен новый фактор — длина подлежащего сложноподчиненного предложения с относительным придаточным, например: «В раздевалке **молодые** девушки заметили тренера гимнаста, который им нравился (еще с прошлого чемпионата)». Данный фактор оказывал значимое влияние на понимание подобных предложений на материале английского языка (Bradley et al., 2003). Однако эксперимент на русском материале {RC-length\_Sub-length}, проведенный с 72 испытуемыми, показал отсутствие эффекта длины подлежащего. Кроме этого, результаты показали отсутствие эффекта раннего закрытия (48%), а также обычный уже эффект длины придаточного предложения.

Следующий эксперимент (описанный в работах: Юдина, 2006; Yudina et al., 2006) был проведен по методике заканчивания предложений с тем же стимульным материалом: 105 испытуемых получили задание закончить предложения типа «Преступник застрелил слугу актрисы,...», используя слова *который* или *которая* в нужной форме. Результаты эксперимента показали значимый

эффект раннего закрытия (62,5%). Эффект объема ОП в данном эксперименте не проверялся. Эффекта длины (если испытуемый выбирает раннее закрытие, то его предложение получается длиннее, чем когда он выбирает позднее) обнаружено не было.

Наконец, последняя серия экспериментов на раннее-позднее закрытие в русском языке описана в работе: (Федорова и др., 2007). Процедура первого из них в точности повторяла процедуру эксперимента, описанного в: (Sekerina, 2003): испытуемый читал предложение, а затем оценивал каждую из двух предлагаемых интерпретаций по шкале приемлемости от 0 до 3. В эксперименте приняли участие 150 человек; было сконструировано 3 экспериментальных листа, которые различались длиной и структурой придаточного. В отличие от эксперимента, рассмотренного в: (Sekerina, 2003), проведенного с 40 испытуемыми, в котором было зафиксировано сильное предпочтение раннего закрытия (примерно 2,5 балла для первого имени и 1,5 балла для второго), в нашем эксперименте испытуемые оценивали приемлемость первого и второго имени одинаково: 2,15 балла для интерпретаций с ранним и 2,12 для интерпретаций с поздним закрытием. Длина и структура придаточного в данном эксперименте не дали значимого эффекта.

Еще одно проведенное нами исследование (Федорова и др., 2007) — это первый, насколько нам известно, эксперимент на **порождение**, а не на понижение предложений с синтаксической неоднозначностью. В ходе эксперимента испытуемым предлагалось описать каждую картинку одним предложением таким образом, чтобы упомянуть всех изображенных персонажей, используя слово *который* в нужной форме и глагол, подписанный под картинкой. В эксперименте приняли участие 60 испытуемых, которые в результате не показали предпочтения раннего закрытия (46%). Эффект длины обнаружен не был, эффект объема ОП не проверялся.

Итак, подведем первые, предварительные итоги. За последние три года было проведено 14 экспериментов по изучению рассматриваемого феномена, в которых в общей сложности приняли участие более 800 испытуемых. Результаты этих экспериментов оказались удручающе непохожи друг на друга: кроме эффекта влияния объема ОП никакие другие эффекты не носили постоянного характера: в одном эксперименте изучаемый эффект получался сильным, в следующем он не наблюдался вовсе, а в третьем уже опять наблюдался, но оказывался совсем незначительным. В последующих параграфах настоящей работы мы постараемся понять, почему так происходит, и наметим пути получения в будущих исследованиях более валидных и надежных результатов.

### 3.2. Исследование феномена раннего-позднего закрытия на русском материале: поиск внешних факторов

Одной из основных причин, повлиявших на столь противоречивые результаты наших экспериментов, могла стать их **недостаточная внутренняя валидность**, в результате чего у нас могло произойти смешение переменных: на результаты некоторого эксперимента влияла не только изучаемая нами независимая переменная, но и какие-то другие, внешние, переменные. Ниже мы подробнее остановимся

на описании трех наиболее вероятных претендентов на роль вмешивающейся переменной, а именно: (i) методике проведения эксперимента, (ii) стимульном материале эксперимента и (iii) индивидуальных особенностях испытуемых.

### Методика проведения эксперимента

Экспериментальные методики, связанные с синтаксическим анализом предложения в процессе порождения и понимания речи, принято разделять на оффлайнные, используя которые, исследователь изучает синтаксическое представление предложения уже после того, как его анализ завершен, и онлайнные, которые позволяют исследовать действие синтаксических механизмов в режиме реального времени.

К числу **оффлайнных** методик исследования синтаксических процессов при **понимании** относятся **опросники**. Существует несколько типов опросников. В случае использования методики **заканчивания предложения** испытуемый получает некоторое количество преамбул, которые ему нужно закончить первым, что придет в голову. В случае использования методики **определения приемлемости предложения** испытуемого просят определить, насколько то или иное предложение или та или иная интерпретация неоднозначного предложения грамматически или лексически правильны, используя некоторую шкалу оценок (например, самый простой случай: 1 — так сказать нельзя; 2 — сомнительное предложение; 3 — нормальное, естественное предложение русского языка). В случае использования методики **выбора правильного ответа** испытуемый выбирает тот вариант ответа на вопрос к предложению, который кажется ему более подходящим. Оффлайнное изучение **порождения** связано, в частности, с методикой **порождения высказывания по картинкам** — испытуемого просят придумывать высказывания по частично подписанным картинкам.

**Онлайнные** методики исследования синтаксических процессов позволяют фиксировать время, которое испытуемый затрачивает на ту или другую речемыслительную операцию. В основе данной парадигмы исследований лежит предположение о том, что время реакции отражает нагрузку на когнитивный аппарат, которую испытывает человек во время анализа данного фрагмента языкового материала — чем больше испытуемый тратит времени, тем более серьезные затруднения он испытывает. К числу таких методик относятся **чтение с саморегуляцией скорости и запись движения глаз**.

На протяжении нескольких последних десятилетий в современной экспериментальной психолингвистике считается, что для построения валидных лингвистических моделей необходимо проведение экспериментальных исследований с использованием как оффлайнных, так и онлайнных методик, так как часто они дают разные и на первый взгляд противоречивые результаты (обзор онлайнных и оффлайнных экспериментов, связанных с проблематикой раннего-позднего закрытия, см. в: Fernández, 2003). В недавней своей работе (Федорова и др., 2007) мы показали, что тип оффлайнной методики также значимо влияет на результаты эксперимента: когда наш усредненный испытуемый участвует в эксперименте по заканчиванию предложений или выбирает правильный ответ, он значимо чаще использует стратегию раннего закрытия; однако, оценивая приемлемость

предложений и порождая собственные высказывания с неоднозначностью, он с одинаковой частотой использует обе стратегии. В работе это объясняется тем, что эти четыре оффлайновые методики различаются по типу когнитивной деятельности, осуществляемой испытуемым при прохождении эксперимента. Методики выбора правильного ответа и заканчивания связаны с неосознаваемым выбором хоста для присоединения придаточного, методика оценки приемлемости — с осознанным выбором интерпретации, а методика порождения по картинкам — с осознанным выбором объекта описания. Мы можем предположить, следовательно, что эффект раннего-позднего закрытия может быть как следствием неосознаваемости испытуемым синтаксической неоднозначности, так и особого типа выбора — выбора хоста для присоединения придаточного. (Более подробно об осознаваемости-неосознаваемости неоднозначности и типе выбора см. вышеуказанную работу.)

Таким образом, нет ничего удивительного в том, что эксперименты, проведенные по разным оффлайновым методикам, давали нам разные результаты.

### Стимульный материал эксперимента

Стимульный материал любого психолингвистического эксперимента, направленного на изучение синтаксиса, состоит из филлеров (отвлекающих предложений) и собственно экспериментальных предложений. Далее мы будем говорить только о последних, поскольку интерпретация филлеров не допускает синтаксической неоднозначности.

Количество экспериментальных предложений в каждом из проведенных экспериментов колебалось в пределах 16–20 предложений. Подобрать даже такое, казалось бы, небольшое количество примеров представляло некоторую проблему, так как предложения должны были быть семантически нейтральны, т.е. легко допускать как первую, так и вторую возможную интерпретацию. Традиционно в подобных случаях в психолингвистике производится предварительное тестирование таких предложений по методике оценки приемлемости, описанной в предыдущем параграфе настоящей работы. В дальнейших экспериментах используются только такие экспериментальные предложения, которые одинаково легко допускают обе интерпретации. Иногда, однако, и подобная мера не помогает: так, по результатам одного из наших экспериментов (Fedorova, Yanovich, 2004), два предложения оказались явно семантически не-нейтральными, так как в этих случаях наблюдалось сильное предпочтение позднего закрытия: «Сегодня я общалась с папой ученика, который мне грубил (в самых резких выражениях)» — 93% и: «Аня не хотела работать с мамой подруги, которая ее обижала (своими постоянными насмешками)» — 86%. В последующих экспериментах эти предложения были заменены на более семантически нейтральные.

Таким образом, стимульные предложения экспериментов на синтаксическую неоднозначность нуждаются в тщательном предварительном тестировании. Более того, для обеспечения большей внутренней валидности наших экспериментов следует сравнивать между собой результаты только тех из них, в которых использовался практически одинаковый стимульный материал. Другими словами, наши предложения должны (i) повторяться от эксперимента к эксперименту и (ii) в экспериментальных блоках (количество предложений

в экспериментальном блоке определяется количеством возможных комбинаций уровней переменных данного эксперимента, эти комбинации часто называют **условиями** эксперимента) различаться только тем фактором, влияние которого мы в данный момент изучаем.

Ниже будут рассмотрены факторы, потенциально влияющие на выбор первого или второго имени существительного, которые **не могут быть** использованы в качестве факторов в эксперименте с жесткими ограничениями, описанными выше. К их числу относятся (i) одушевленность-неодушевленность имен существительных, (ii) род имен существительных, а также (iii) падеж имен существительных. Все эти факторы, однако, необходимо учитывать при моделировании любого подобного эксперимента.

**Одушевленность.** В самом первом из описываемых экспериментов (Sekerina, 2003) имена существительные, использованные в составе сложной ИГ, в ряде случаев были оба неодушевленными, а в ряде случаев оба одушевленными. Однако позже пилотные эксперименты показали, что (i) одушевленное имя имеет больше шансов быть выбранным в качестве вершины ИГ, чем неодушевленное, и что (ii) выбор имени из двух неодушевленных отличается от выбора имени при двух одушевленных именах существительных. Поэтому во всех последующих экспериментах мы использовали исключительно одушевленные имена существительные.

**Род.** Род существительных, входящих в состав сложной ИГ, также потенциально может повлиять на распределение предпочтений. В экспериментах, где род использовался в качестве характеристики предложения, снимающей неоднозначность («Преступник застрелил слугу/служанку актрисы/актера, которая/который стоял/стояла на балконе») (Sekerina, Pugach, 2004), а также в экспериментах на заканчивание предложений (Юдина, 2006; Yudina et al., to appear) женский род несколько чаще, чем мужской, перетягивал на себя предпочтение присоединения придаточного предложения. Поэтому в большинстве экспериментов мы использовали равное количество именных групп с существительными женского и мужского родов.

**Падеж.** Падеж, а также наличие-отсутствие предлога между именами существительными сложной ИГ также могут потенциально влиять на выбор предпочтения. Несмотря на то, что в единственном пока исследовании, посвященном этому вопросу на материале русского языка (Sekerina, 2003), различий между именными группами типа «крышка кастрюли» и «иллюстрация к рассказу» выявлено не было, во всех последующих экспериментах мы использовали именные группы без предлога, причем второе имя всегда стояло в родительном, а первое — в винительном или творительном падежах.

Итак, мы рассмотрели некоторые особенности нашего стимульного материала, которые необходимо контролировать при моделировании эксперимента. Несомненно, это открытый список — уже есть свидетельства в пользу влияния на выбор раннего или позднего прочтения, например, частотности имен существительных. Создание закрытого списка подобных факторов — дело будущего.



Те факторы, связанные со стимульным материалом эксперимента, которые мы можем использовать в качестве независимых переменных, будут рассмотрены ниже, в параграфе 3.3 настоящей работы.

### Индивидуальные особенности испытуемых

Как отмечается во многих работах (см., в частности: Robinson-Riegler, Robinson-Riegler, 2004, p. 44; Солсо и др., 2002, с. 61), независимая переменная под названием «испытуемые» — единственная, которую мы не способны варьировать по условиям эксперимента. Так, мы не можем в ходе эксперимента менять пол испытуемого, объем его ОП или цвет его глаз. Поэтому факторы, связанные с испытуемыми (их также называют **субъектными факторами**, *subject variables*), являются **квазифакторами**: чаще всего мы заранее делим наших испытуемых на группы по полу, цвету глаз или объему ОП, а потом смотрим, различается ли поведение испытуемых из разных групп. Строго говоря, подобные исследования нельзя считать настоящими экспериментами (их называют **квазиэкспериментами**), поскольку в настоящем эксперименте должен оцениваться эффект изменения независимой переменной, а субъектные переменные неизменяемы по своей сути. Однако, несмотря на это, изучение субъектных переменных в современной психолингвистике становится все более и более распространенным явлением.

Если вероятность наличия гендерных различий в понимании синтаксически неоднозначных предложений не слишком велика, то влияние объема ОП на выбор стратегии раннего или позднего закрытия — уже установленный факт. Кратко суммируя результаты работ последних лет, посвященных как экспериментам с детьми (Felser et al., 2003), так и экспериментам со взрослыми носителями языка (Mendelsohn, Pearlmutter, 1999; Swets et al., 2004a, b; Fedorova, Yanovich, 2005a), можно сделать вывод, что при понимании подобных предложений:

1. Дети с маленьким объемом ОП предпочитают позднее закрытие, следуя стратегии недавности.
2. Дети с большим объемом ОП, а также взрослые с небольшим объемом ОП чаще выбирают раннее закрытие, фокусируясь на более выделенном (т.е. первом) актанте глагола.
3. Взрослые с большим объемом ОП чаще выбирают позднее закрытие, или их предпочтения находятся на случайном уровне, в зависимости от семантики стимульного материала.

Таким образом, при проведении экспериментов на синтаксическую неоднозначность необходимо учитывать, по крайней мере, один субъектный фактор — фактор объема ОП. Еще один субъектный фактор, который часто может оказывать влияние на предпочтения испытуемых, а именно, индивидуальные семантические предпочтения (в предложении: *«Преступник застрелил служанку актрисы, которая его прятала в каморке на чердаке особняка»* некоторый испытуемый может выбрать служанку на основании того факта, что актриса никогда бы не стала кого-то прятать на чердаке), к сожалению, пока плохо поддаются контролю в эксперименте.



## Экспериментальные планы

Рассмотрим еще один вопрос из области методологии экспериментальной психолингвистики. Традиционно выделяется два основных типа экспериментальных планов: **внутригрупповой** (Within-Subject Design) и **межгрупповой** (Between-Subject Design). В первом случае испытуемые получают задания всех условий, которые используются в эксперименте; во втором случае испытуемые распределены по условиям, т.е. каждый испытуемый получает задания только одного типа. Когда это возможно, исследователи предпочитают использовать внутригрупповой план, поскольку для него требуется меньше испытуемых, а результаты получаются более значимыми. Однако в некоторых случаях внутригрупповой план невозможен. Для нас сейчас важно подчеркнуть, что исследование любых субъектных факторов, в том числе влияния объема ОП, по определению возможно только по межгрупповому плану. Исследование всех остальных переменных обычно проводится по внутригрупповому плану.

### 3.3. Исследование феномена раннего-позднего закрытия на русском материале: максимально строгий контроль

Посмотрим теперь еще раз на наши 14 экспериментов и оставим только те из них, которые максимально похожи друг на друга по методике и стимульному материалу. Большинство этих экспериментов было проведено по методике выбора правильного ответа и со стимульным материалом типа: *«Преступник застрелил служанку актрисы, которая его прятала (в каморке на чердаке особняка)»*; их мы и будем более детально рассматривать в дальнейшей работе. Переменную «испытуемые» контролировать в этом случае мы не сможем, так как в каждом эксперименте у нас были новые испытуемые.

Итак, первые два эксперимента (Sekerina, 2003), не подходят нам как с точки зрения несовпадающих методик, так и с точки зрения несовпадающего стимульного материала. Три эксперимента (Sekerina, Fedorova, 2004), придется отбросить из-за несовпадения стимульного материала. Еще один эксперимент (Юдина, 2006; Yudina et al., 2006), хотя и имел большой процент совпадения стимульного материала, но проводился по методике заканчивания предложений. Наконец, два эксперимента (Федорова и др., 2007) также нам не подходят по этой же причине: они проводились по методикам определения приемлемости предложения и порождения высказывания по картинкам.

Таким образом, в дальнейшем описании мы сосредоточимся на шести оставшихся экспериментах, проведенных на одном и том же стимульном материале, предварительно проверенном на семантическую нейтральность, и по одинаковой методике: испытуемые сначала читали на экране компьютера предложение, например: *«В раздевалке девушки заметили тренера гимнаста, который им нравился»*, потом нажимали на пробел и, уже не видя само предложение, выбирали между двумя альтернативными вариантами ответа на вопрос: *«Кто нравился девушке?»*, *«тренер»* или *«гимнаст»*, нажимая на соответствующую клавишу.

Во всех этих экспериментах зависимой переменной был выбор первого или второго имени существительного в качестве хоста для присоединения придаточного предложения. В качестве независимых переменных использовались:

- Эксперимент 1: длина придаточного предложения, 2 уровня.
- Эксперимент 2: длина придаточного предложения, 3 уровня.
- Эксперимент 3: длина придаточного предложения, 2 уровня;  
объем ОП, 2 или 3 уровня.
- Эксперимент 4: длина придаточного предложения, 3 уровня;  
объем ОП, 2 или 3 уровня.
- Эксперимент 5: длина придаточного предложения, 2 уровня;  
длина ИГ<sub>1</sub>, 2 уровня;  
длина ИГ<sub>2</sub>, 2 уровня;  
объем ОП, 2 уровня.
- Эксперимент 6: длина придаточного предложения, 2 уровня;  
длина подлежащего, 2 уровня.

В общей сложности, в этих экспериментах использовались пять независимых переменных, которые и будут рассмотрены ниже: (i) длина придаточного предложения, (ii) длина ИГ<sub>1</sub>, (iii) длина ИГ<sub>2</sub>, (iv) длина подлежащего и (v) объем ОП испытуемых.

### Длина придаточного предложения

Как уже было отмечено в параграфе 3.1, во всех языках, где данный фактор исследовался, а именно, в бразильском, португальском (Maia et al., 2004), хорватском (Lovric, Fodor, 2000), нидерландском (Wijnen, 2001), английском (Fernández, Bradley, 1999), французском (Pynte, Colonna, 2000), немецком (Walter et al., 1999), хинди (Vasishth et al., 2004), японском (Kamide et al., 1998) и испанском (Fernández, 2000), короткие придаточные чаще присоединялись ко второму имени существительному, а длинные тяготели к первому. Существует несколько различных гипотез, объясняющих данный эффект, в том числе Просодическая гипотеза Дж. Фодор (Fodor, 2002), гипотеза Информативности Б. Хемфорт (Hemforth, Konieczny, 2002), Двухфакторная модель Э. Гибсона (Gibson, Pearlmutter, 1994) и др.

Данный эффект проверялся во всех шести наших экспериментах: в экспериментах 1, 3, 5 и 6 эта независимая переменная имела два уровня (длинные и короткие придаточные предложения), в экспериментах 2 и 4 — три уровня (длинные, разрывные и короткие придаточные предложения). В некоторых экспериментах полученный эффект был очень сильным: например, в эксперименте 2 короткие придаточные дали 31% раннего закрытия, разрывные 51%, а длинные — 69%; в некоторых он был слабее, однако во всех шести экспериментах он оказался выше уровня статистической значимости.

Отдельного внимания заслуживает вопрос о **разрывных придаточных**. Напомним, что разрывными (broken) мы называем такие придаточные, которые, имея такую же длину, как длинные придаточные, содержат при этом дополнительное вложенное придаточное предложение, например: «В раздевалке девушки

Тип придаточного	'{...}' обозначает просодическое членение	
Короткое	a	{... N <sub>1</sub> – N <sub>2</sub> – RC <sub>short</sub> }
Длинное	b	{... N <sub>1</sub> – N <sub>2</sub> } {RC <sub>long</sub> }
Разрывное 1	c	{... N <sub>1</sub> – N <sub>2</sub> } {Clause <sub>1</sub> – Clause <sub>2</sub> }
Разрывное 2	d	{... N <sub>1</sub> – N <sub>2</sub> – Clause <sub>1</sub> } {Clause <sub>2</sub> }

**Схема 2.** Просодическое членение предложений с разными типами придаточного

заметили тренера гимнаста, который им нравился, хотя совершенно не умел танцевать». Данный тип придаточных тестировался нами в двух из шести экспериментов с целью проверки Просодической гипотезы Дж. Фодор, согласно которой разрешение синтаксической неоднозначности определяется просодическим контуром высказывания: если раннее закрытие более вероятно в том случае, когда придаточное интонационно обособляется, а длинные придаточные имеют большую вероятность быть произнесенными с паузой перед придаточным, то, следовательно, длинные придаточные предпочитают присоединяться к первому имени. Мы предположили, что в то время как короткие придаточные в русском языке обычно не обособляются паузой, а длинные, наоборот, чаще обособляются, предложения с разрывными придаточными допускают две теоретически равновероятные возможности: с одной стороны, такие предложения можно произнести с паузой после сложной ИГ, но без паузы внутри самого придаточного; с другой стороны, можно не делать паузу на границе перед придаточным, но сделать ее внутри (см. схему 2). Результаты двух экспериментов (эксперименты 2 и 4) подтвердили данную гипотезу: разрывные придаточные значительно отличаются и от длинных, и от коротких вариантов; это может быть объяснено тем, что возможность просодического членения «с» (см. схему 2) сближает их с длинными и отличает от коротких, а возможность просодического членения «d», напротив, сближает с короткими и отличает от длинных.

### Длина первой ИГ

Данный фактор тестировался одновременно с фактором длины второй ИГ в эксперименте 5, смоделированном по межгрупповому плану: одни испытуемые получали задания, в которых всегда были короткие ИГ («В раздевалке девушки заметили тренера гимнаста, который им нравился»), другие получали задания с длинной первой ИГ («В раздевалке девушки заметили молодого тренера гимнаста, который им нравился»), а третьи — с длинной второй ИГ («В раздевалке девушки заметили тренера молодого гимнаста, который им нравился»).

Единственным экспериментом-предшественником было исследование на материале французского языка, проведенное по онлайн-методике (Pynte et al., 2002), в котором был зафиксирован эффект в пользу первого прочтения. Наш эксперимент также показал эффект предпочтения первой ИГ, однако не такой сильный (58,7% раннего закрытия).

### Длина второй ИГ

В онлайн-овом эксперименте (Pynte et al., 2002) был зафиксирован аналогичный значимый эффект и для второй ИГ, однако он оказался не очень сильным. Наш же эксперимент показал очень сильный эффект наличия прилагательного у второго имени: всего 23,4% раннего закрытия при 64% в нейтральном случае.

### Длина подлежащего

В эксперименте на материале английского языка (Bradley et al., 2003) предложения с длинными подлежащими (типа русского предложения: «*В раздевалке **молодые** девушки заметили тренера гимнаста, который им нравился (еще с прошлого чемпионата)*») чаще присоединялись к первому имени, чем короткие. Однако в единственном пока эксперименте на материале русского языка (эксперимент 6) значимого эффекта зафиксировано не было.

### Объем ОП

Данный фактор уже рассматривался нами выше. Отметим здесь только, что во всех трех наших экспериментах с измерением объема ОП (эксперименты 3, 4 и 5) эта квазинезависимая переменная оказывала значимое влияние на выбор предпочтения закрытия: испытуемые с небольшим объемом памяти значимо чаще выбирали первый хост для присоединения придаточного, чем испытуемые с большим объемом ОП. Однако иногда это различие оказывалось весьма значительным (80% против 48% в эксперименте 3), а иногда едва достигало значимой отметки (65% против 51% в эксперименте 4).

Итак, в рассмотренных выше шести экспериментах, проведенных по одинаковой методике и с одинаковым стимульным материалом, все пять независимых переменных показали непротиворечивые результаты: варьируя длину придаточного, длину первого имени, длину второго имени и объем ОП испытуемых, мы получили значимое различие в выборе предпочтения, а варьируя длину подлежащего, не получили такового. Результаты экспериментов, однако, довольно сильно различались по силе проявления данного эффекта, а также по наличию аддитивного эффекта или, наоборот, взаимодействия факторов.

Однако, не противореча друг другу по результатам действия независимых переменных, данные эксперименты не дают нам однозначного ответа на вопрос об общем предпочтении носителей русского языка относительно выбора первого или второго имени: хотя только один эксперимент 3 показал значимое предпочтение раннего закрытия (64%), а все остальные продемонстрировали предпочтение на случайном уровне, по результатам экспериментов по другим методикам и с другим стимульным материалом русский язык традиционно относится к языкам с ранним закрытием. Как обстоит дело на самом деле, нам еще только предстоит разобраться.

#### 4. СИНТАКСИЧЕСКАЯ НЕОДНОЗНАЧНОСТЬ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ И В ЖИЗНИ: ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ВАЛИДНОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Положение дел в современной экспериментальной психолингвистике таково, что разные направления исследований развиваются крайне неравномерно; в особенности, некоторые очень частные вопросы из области синтаксического анализа, в том числе и изучение феномена раннего-позднего закрытия, привлекают внимание огромного числа исследователей, что вызывает справедливую критику со стороны не только традиционных лингвистов, но и самих психолингвистов. Несмотря на то, что явление **глобальной** синтаксической неоднозначности, к числу которых принадлежит и изучаемая нами проблема раннего-позднего закрытия, встречается в языке значительно реже, чем явление **локальной** синтаксической неоднозначности (например, инструкция: «*Положите игрушку на полотенце в коробку*» до слов «...*в коробку*» будет скорее всего пониматься не как «положите игрушку, которая лежит на полотенце,...», а как «положите игрушку на полотенце...» в отличие от однозначных инструкций типа «*Положите игрушку на салфетке в коробку*»), оно изучалось (во всяком случае, до самого недавнего времени) намного интенсивнее последнего.

Другими словами, в то время как частая встречаемость в повседневном языковом общении локальной синтаксической неоднозначности не подвергается сомнению, тем самым делая изучение данного феномена в лабораторных условиях вполне осмысленным, вопрос о целесообразности экспериментального изучения глобально неоднозначных предложений до сих пор вызывает много споров. И тут мы вновь возвращаемся к вопросу об экологической валидности, затронутому в параграфе 2. Согласно определению, экологическая валидность — это степень соответствия результатов экспериментов по изучению некоторого феномена, проведенных в лабораторных условиях, функционированию этого феномена в реальной повседневной жизни. Таким образом, основной вопрос, на который нам предстоит ответить, состоит в том, обладают ли наши исследования проблемы раннего-позднего закрытия экологической валидностью. Если окажется, что они этой валидностью не обладают и что при этом сама проблема разрешения глобальной синтаксической неоднозначности чрезвычайно редко встает перед носителями языка в их повседневном общении, то зачем тогда нам этот вопрос так пристально изучать? И почему тогда от выбора способа описания функционирования данных синтаксических механизмов (последовательный или параллельный анализ предложения в процессе понимания, в частности) так много зависит с точки зрения построения общих моделей речепонимания? Далее в этом параграфе мы сначала рассмотрим вопрос о том, насколько часто синтаксически неоднозначные предложения вызывают трудности в повседневном языковом общении (параграф 4.1); затем обратимся непосредственно к экологической валидности проведенных экспериментов (параграф 4.2); наконец, в параграфе 4.3 мы затронем вопрос о том, что такое предпочтение языка в целом относительно стратегий разрешения синтаксической неоднозначности.

#### 4.1. Синтаксическая неоднозначность в жизни

Итак, насколько часто в своем повседневном языковом общении человеку приходится сталкиваться с синтаксической неоднозначностью и бывают ли случаи, когда это вызывает у него более или менее серьезные затруднения? Для аргументированного ответа на этот вопрос необходимо было бы или провести крупномасштабное исследование устного дискурса разных жанров и/или исследовать большой корпус письменных источников. Пока данное исследование еще не проведено, ограничимся лишь некоторыми замечаниями. Как в корпусе письменных текстов, так и в устной речи, несомненно, встречаются случаи синтаксической неоднозначности, ниже приводятся несколько примеров:

- (3) Менеджеру-москвичу **не надо платить** за квартиру, оплачивать визиты семьи и т.д. (*Нелли Александрова*. В этой связи // Карьера, 2000.02.01):  
а. «кто-то платит менеджеру» или б. «менеджер сам платит».
- (4) Брат! прочти и дай совет, что я должен думать и делать; а я так смущен, **так расстроен, что** совершенно ничего не понимаю, ничего не чувствую, хотя кажется, более чувствую, нежели когда-нибудь. (*В.Т. Нарезный*. Бурсак):  
а. «я расстроен из-за...» или б. «я расстроен, поэтому...»
- (5) Максим вернулся из поездки в **Англию**:  
а. «вернулся в Англию» или б. «из поездки в Англию».
- (6) Открылась выставка рисунков детей из Армении, **которые** побывали почти во всех странах Европы:  
а. «побывали рисунки» или б. «побывали дети».
- (7) «Товары для девочек **из Германии**» (название магазина):  
а. «товары из Германии» или б. «девочки из Германии».

Все вышеперечисленные неоднозначности не вызывают у носителей русского языка особых трудностей благодаря наличию **контекста** (здесь мы понимаем термин «контекст» максимально широко, обозначая таким образом и визуальный контекст, и коммуникативную ситуацию общения, и предшествующий текст некоторого литературного произведения, и наши знания о мире). Именно контекст в большинстве случаев помогает читателю/слушателю легко анализировать синтаксически неоднозначные конструкции, обычно даже не замечая подобных неоднозначностей. Отметим, однако, что так происходит не всегда:

- (8) Маша читала и писала **письма**:  
а. «читала письма и писала письма» или б. «читала что-то и писала письма».
- (9) **Аспиранту** приходилось многое объяснять:  
а. «аспирант сам объяснял» или б. «кто-то объяснял аспиранту».
- (10) Крестьянка продала корову, потому что **она** была старая и больная:  
а. «корова была старая и больная» или б. «крестьянка была старая и больная».
- (11) Дети были **так рады, что** мама решила устроить праздник:  
а. «дети рады, потому что мама...» или б. «дети рады, поэтому мама...»
- (12) Ein Junggeselle ist ein Mann dem **zum Glück** die Frau fehlt:

- а. «Холостяк — это мужчина, которому для счастья недостает жены»;
  - б. «Холостяк — это мужчина, у которого, к счастью, нет жены».
- (13) She likes candy **more than** her husband:
- а. «Она любит сладости больше, чем любит мужа»;
  - б. «Она любит сладости больше, чем их любит ее муж».

В последних примерах вероятность коммуникативной неудачи повышается, так как контекст не способен помочь при выборе однозначной интерпретации. Таким образом, мы можем заключить, что (i) время от времени в реальной повседневной коммуникации носителям языка все же приходится сталкиваться со случаями синтаксической неоднозначности, которую нельзя снять при помощи контекста, и (ii) экологически валидное экспериментальное изучение синтаксической неоднозначности может помочь нам понять механизмы, которыми пользуется человек при разрешении синтаксической неоднозначности в реальной жизни.

## 4.2. Синтаксическая неоднозначность в эксперименте

Теперь обратимся к вопросу о том, чем деятельность нашего испытуемого в ходе эксперимента отличается от деятельности человека при разрешении синтаксической неоднозначности в повседневном общении, насколько значимы эти различия и как свести их на нет или хотя бы уменьшить.

### Частотность

Как мы показали в предыдущем параграфе, синтаксически неоднозначные предложения хоть и встречаются в реальной коммуникации, но все же не слишком часто. Когда же мы предлагаем подобные предложения нашим испытуемым в эксперименте, по существующим законам экспериментальной психолингвистики мы разбавляем их филлерами в соотношении 2:1 (на каждое экспериментальное предложение приходится по два филлера), что может отрицательно сказываться на результатах эксперимента, вызывая привыкание. Данный недостаток экспериментального дизайна несложно исправить, введя большее количество отвлекающих предложений.

### Контекст

Как уже было сказано выше, едва ли не самым серьезным отличием наших экспериментальных предложений от предложений, анализируемых человеком в процессе реального общения, является отсутствие контекста: давая испытуемым изолированные предложения, мы тем самым делаем их несколько искусственными. Как же можно справиться с этим недостатком наших экспериментов?

В поисках возможного решения этой проблемы обратимся к теоретическим дебатам в той же области психолингвистики, а именно, к проблеме модулярности. В современной психолингвистике существуют два основных подхода, по-разному определяющих место синтаксического компонента в общей модели



речепонимания: сторонники **модулярного подхода** (Modularity) полагают, что общий процессор состоит из отдельных модулей, которые осуществляют свою деятельность в строгой последовательности, при этом синтаксический анализ предшествует семантическому и прагматическому (Fodor, 1983); сторонники **взаимозависимости** (Interactionism), напротив, полагают, что синтаксический анализ предложения происходит под влиянием семантической и прагматической информации (см., напр.: Crain, Steedman, 1985). Таким образом, эти модели различаются своими предсказаниями относительно влияния референциального контекста на выбор той или иной альтернативы при разрешении синтаксической неоднозначности: в случае модулярного устройства процессора референциальный контекст не должен оказывать влияния на первоначальный синтаксический анализ, а в случае взаимозависимости это влияние должно наблюдаться с самых первых стадий синтаксического анализа. Многочисленные эксперименты, проведенные за последние годы, давали противоречивые результаты: в одних подобный эффект наблюдался, в других нет. Однако во всех этих исследованиях в качестве контекста исследователи брали небольшие (обычно длиной в 1–2 предложения) фрагменты текста. Некоторые авторы (Tanenhaus et al., 1996) предположили, что **вербальный контекст**, используемый в подобных экспериментах, не воспринимается испытуемыми, поскольку он слишком мал для того, чтобы нормально отображаться в их памяти. Вместо вербального они предложили использовать **визуальный контекст**, который действительно оказался эффективнее: используя методику записи движений глаз, авторам удалось показать влияние прагматического контекста даже на самых ранних стадиях синтаксического анализа.

Таким образом, вместо того, чтобы в дальнейшем пытаться предъявлять испытуемым не отдельные изолированные предложения, а небольшие фрагменты текста, можно попытаться экстраполировать на наши эксперименты методику, описанную, в частности, в указанной работе (Tanenhaus et al., 1996).

Однако нам надо быть готовым к возможным трудностям при проведении подобных экспериментов с визуальным контекстом. В двух исследованиях на материале болгарского языка (Sekerina et al., 2003) авторы использовали как обычный опросник (эксперимент 1), так и картинки с геометрическими фигурами; некоторые из них допускали неоднозначное описание (например: «*Какого цвета кончик треугольника, на котором нарисована бабочка?*» при условии, что на первой картинке бабочка нарисована на кончике треугольника, а на второй — в центре треугольника) (эксперимент 2). При значимом предпочтении раннего закрытия в первом эксперименте (59%), предпочтение во втором оказалось 75% в пользу позднего прочтения. Авторы объяснили такие результаты различием в стимульном материале или влиянием визуального контекста: они предположили, что при наличии сложного визуального контекста испытуемые значительно чаще используют наиболее простую стратегию позднего закрытия. Аналогичные эксперименты, проведенные И.А. Секериной на русском материале, также дали противоречивые результаты. Другими словами, сама методика работы с визуальным контекстом на материале синтаксически неоднозначных предложений должна быть предварительно протестирована.

## Многофакторность

Другим чрезвычайно важным отличием наших экспериментальных предложений от реальных является принципиальная **многофакторность** последних. Обычно в экспериментах мы изучаем влияние одного, двух или самое большее трех факторов, вводя соответствующее количество независимых переменных. Все остальные переменные мы стараемся зафиксировать на некотором одинаковом уровне, чтобы по возможности уменьшить вероятность воздействия на результаты эксперимента внешних переменных. Иногда мы устанавливаем некий средний уровень для таких переменных, делая все предложения одинаковыми относительно этого фактора, иногда берем равное количество предложений с разными уровнями этой переменной. Но чаще случается так, что мы устанавливаем не средний, а случайный уровень такой переменной или вообще не задумываемся об этом, так как просто еще не догадываемся о ее возможном влиянии.

Но как бы мы ни моделировали эксперимент, в результате наши предложения все равно будут не очень похожи на реальные, так как в реальной коммуникации одновременно происходит воздействие большого количества разных факторов, т.е. наблюдаемый эффект (в нашем случае это выбор первого или второго хоста для присоединения придаточного) получается в результате их **взаимодействия**. Нам может повезти, если все факторы будут действовать аддитивно, но на практике такое случается крайне редко, так что следует признать, что, изучая все факторы по отдельности или небольшими группами, нам трудно рассчитывать на сильное приближение к процессам реальной коммуникации. Другими словами, экологическая валидность таких экспериментов не слишком высока.

Как же нам следует организовать дальнейшую работу, чтобы иметь возможность получить более валидные результаты? Во-первых, сначала нужно постараться найти как можно больше факторов (в идеале — **все** факторы), которые потенциально могут оказывать влияние на изучаемое явление раннего-позднего закрытия, а во-вторых, исследовать их взаимодействие. Но как нам убедиться, что мы действительно выявили все факторы, влияющие на синтаксическое поведение испытуемых? Более подробно об этом см. ниже.

### 4.3. Русский язык: раннее или позднее закрытие?

Как было уже отмечено в параграфе 3.1, некоторые языки, в том числе английский, шведский, арабский и румынский, тяготеют к позднему закрытию, а некоторые (французский, японский, греческий, нидерландский) — к раннему. Но не связано ли это различие с особенностями методик, стимульного материала, субъектными факторами, ведь, как мы показали в параграфе 3.2, все они значимо влияют на результаты эксперимента? Насколько оправданно введение понятия «предпочтение языка в целом»?

Первые эксперименты, направленные на изучение подобной неоднозначности, были проведены в 1970-х годах на материале **английского** языка: оказалось, что англоговорящие испытуемые в предложениях типа: *«Someone shot*

*the servant of the actress that was on the balcony*» значительно чаще выбирали вариант с поздним прочтением («the **actress** was on the balcony»), чем с ранним («the **servant** was on the balcony»). Эти результаты хорошо согласовывались с принципом минимального присоединения (Minimal Attachment), согласно которому выбирается самое простое с точки зрения грамматики дерево, и принципом позднего закрытия (Late Closure), согласно которому придаточное предложение присоединяется к той составляющей, которая в данный момент обрабатывается, до тех пор, пока альтернатива не становится проще (Frazier, Fodor, 1978). Однако в 1988 г. была опубликована статья (Cuetos, Mitchell, 1988), авторы которой, проведя параллельные эксперименты с носителями **английского и испанского** языков, обнаружили, что в то время как англоговорящие испытуемые, как это и ожидалось, чаще выбирали позднее прочтение, испаноговорящие, прочитав эквивалентное предложение: «*Alguien disparó contra la criada de la actriz que estaba en el balcón*», предпочитали раннее («la **criada** estaba en el balcón»). Полученные результаты уже нельзя было объяснить действием принципов минимального присоединения и позднего закрытия, поэтому исследователи стали искать новые объяснения и формулировать новые гипотезы, вводя в рассмотрение все новые и новые языки.

Почему, однако, носители различных языков ведут себя так по-разному? Все гипотезы можно разделить на две большие группы относительно продолжающейся в психолингвистике по сей день дискуссии об **универсальности синтаксического процессора**. Сторонники универсалистского подхода, доминирующего в психолингвистике с начала семидесятых годов, утверждают, что языки, сильно отличаясь друг от друга лексически и морфологически, используют один и тот же синтаксический анализатор. Среди основных гипотез можно отметить гипотезу Конструала (Construal Hypothesis) (Frazier, Clifton, 1997), гипотезу Связывательного присоединения (Attachment-Binding Hypothesis) (Hemforth et al., 1996), а также наиболее популярную и влиятельную в современной психолингвистике Просодическую гипотезу (Fodor, 1998). Сторонники противоположного подхода признают существование в каждом языке своего особенного синтаксического анализатора (Двухфакторная модель) (Gibson, Pearlmutter, 1994) или гипотезы Настройки (Tuning Hypothesis) (Brysbaert, Mitchell, 1996).

За последние годы было проведено уже немало экспериментов, доказывающих, что языки действительно различаются по тому, какое присоединение они предпочитают. Однако для того, чтобы получить данные о предпочтении языка в целом, надо провести эксперименты по всем, как онлайн, так и оффлайн, методикам, с различным стимульным материалом, с учетом всех действующих факторов; только тогда, проанализировав все результаты, можно сделать аргументированный вывод о предпочтении языка в целом, и, соответственно, предположить, что чаще выбирают носители данного языка в реальной коммуникации.

Касательно предпочтений **русского языка в целом** на данном этапе мы пока не можем сделать окончательного вывода: примерно половина наших экспериментов показала предпочтение раннего закрытия, другая же половина зафиксировала предпочтение на случайном уровне.

## 5. К ВОПРОСУ О ПОСТРОЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАЗРЕШЕНИЯ СИНТАКСИЧЕСКОЙ НЕОДНОЗНАЧНОСТИ В РУССКОМ ЯЗЫКЕ

Конечная цель почти каждого исследования синтаксически неоднозначных предложений — это построение модели разрешения этой неоднозначности. Однако существует несколько разных направлений такого типа исследований. Так, некоторые исследователи концентрируются на вопросе о том, почему одни предложения с синтаксической неоднозначностью обрабатываются испытуемыми с большим трудом, чем другие; сторонники последовательных моделей связывают это с необходимостью последующего **реанализа**, в то время как сторонники параллельных моделей — с **конкуренцией** между альтернативами. Другие исследователи в первую очередь уделяют внимание **стратегиям** испытуемых, которые используются при анализе подобных предложений (например, принципы минимального присоединения или позднего закрытия). Наконец, третья группа исследователей пытается выявить те характеристики стимульного материала и испытуемых, которые оказывают влияние на анализ синтаксически неоднозначных предложений. Настоящая работа принадлежит к числу исследований последнего типа: рассматривая синтаксический анализатор в качестве некоторого черного ящика, мы хотим с максимальной точностью определить все релевантные входящие характеристики стимульного материала и испытуемых, которые влияют на его функционирование (т.е., по возможности, полную систему факторов). При этом сам механизм функционирования этого черного ящика мы не рассматриваем.

Предположим, что нам удалось выявить некоторое количество характеристик стимульного материала и испытуемых, которые оказывают значимое влияние на выбор предпочтения закрытия. Как нам теперь убедиться, что не существует никаких других характеристик, оказывающих значимое влияние? Мы будем рассматривать синтаксический анализатор как некоторый скрытый от нас процесс обработки информации. Следует отметить, что представление когнитивной деятельности человека в виде системы, аналогичной современным вычислительным машинам, широко распространено в области когнитивной психологии, хотя и подвергается обоснованной критике, связанной с принципиальными различиями между аппаратным обеспечением компьютера и современными нейробиологическими представлениями о человеке (Robinson-Riegler, Robinson-Riegler, 2004, p. 24). Однако в дальнейшем мы не будем опираться на какую-либо конкретную модель вычислений, поэтому такую аналогию можно считать допустимой.

В качестве одного из возможных подходов к проверке полноты выявленного набора факторов мы будем использовать **гипотезу Простоты**: при наличии полного набора факторов действие синтаксического анализатора может быть описано простым и экономным способом (см. также аналогичные идеи из области лингвистики: постулат о простоте [Кибрик, 1992, с. 25], принцип экономии языковых усилий, а также закон «хорошей формы» из гештальтпсихологии). Гипотеза простоты в общем случае апеллирует к **человеческому** синтаксическому анализатору, однако поскольку на современном уровне развития науки не представляется возможным установить, каким образом в действительности

происходит обработка информации в голове человека (т.е. что именно для человека является более простым, а что — более сложным), мы вынуждены обращаться к математической модели этих процессов. Таким образом, чем проще и экономнее нам удастся описать полученные экспериментальные данные (для выявленного набора факторов в рамках выбранной модели), тем более вероятно, что этот набор факторов является полным. Этот подход известен как **принцип наименьшей длины описания**, который состоит в том, что наиболее достоверной следует считать такую модель изучаемого явления, которая имеет наименьший объем и позволяет экономично описать экспериментальные данные (см., напр.: Li, Vitanyi, 1997).

Поясним сказанное выше на конкретном примере. Предположим, что на выбор предпочтения влияют только два фактора, которые мы обозначим через  $X_1$  и  $X_2$ , и каждый из которых имеет три уровня. Таким образом, после проведения эксперимента мы получим 9 точек ( $3 \times 3$ ), которые мы можем представить на плоскости (см. схему 3). С каждой точкой связаны экспериментальные значения зависимой переменной, которые мы обозначим символами «1» (предпочтение раннего закрытия), «2» (предпочтение позднего закрытия) и «?» (предпочтение на случайном уровне). Заметим, что значение, соответствующее некоторой точке плоскости на схеме, является результатом проведения серии экспериментов и совпадает с условием эксперимента, т.е. количество точек равно количеству условий.

Нашей задачей является построение так называемых разделяющих поверхностей, которые ограничивают области плоскости, содержащие равные значения зависимой переменной. Заметим, что в первом случае данные гипотетического эксперимента допускают «простое» разделение на три области (границы этих областей представлены на схеме прямыми  $b_1$  и  $b_2$ ), в то время как во втором случае выделение границ соответствующих областей представляется более сложной задачей. Это позволяет предположить, что в первом эксперименте удалось выявить полную систему факторов, в то время как во втором эксперименте на зависимую переменную оказывает влияние некоторый неизвестный нам фактор.

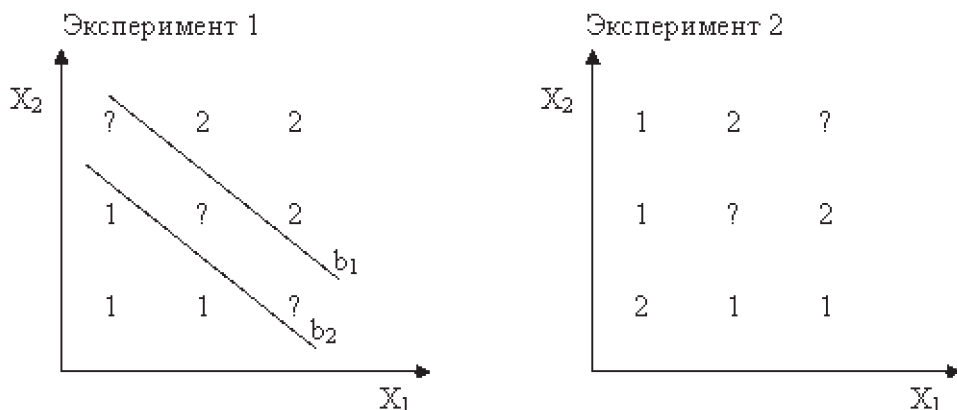


Схема 3. Данные гипотетических экспериментов

Основные сложности с применением данного подхода для анализа данных реальных экспериментов состоят в следующем. Во-первых, количество факторов, потенциально оказывающих влияние на зависимую переменную, может быть велико (в случае рассматриваемой в данной работе задачи таких факторов известно уже пять и для получения статистически значимых результатов необходимо провести эксперимент  $2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3$ , где объем ОП — квазифактор, минимум с 384 испытуемыми), что делает практически невозможным построение полной таблицы значений, а значит, приводит к необходимости работать с неполной информацией. Во-вторых, нужно выбрать какой-то конкретный формальный метод оценки сложности полученных данных. Хорошо известно, что определить минимальный размер программы, позволяющей получить определенные данные, теоретически невозможно (эта величина известна как алгоритмическая сложность, или сложность по Колмогорову). Поскольку перед нами стоит задача построения разделяющей поверхности, то в качестве меры сложности данных можно выбрать минимальный размер формулы, определяющей такую поверхность в терминах некоторой полной системы, например, минимальное число плоскостей, необходимое для разделения данных на области равного значения переменной. В-третьих, необходимо определить пороговое значение, которое собственно и показывает, является ли выбранный набор факторов полным, или нет.

Следует отметить, что указанная выше проблема отсутствия полной информации о результатах тестирования носит скорее технический характер (существующие алгоритмы построения решающих правил не требуют наличия данных обо всех экспериментальных точках), в то время как проблемы выбора метода определения сложности модели и выбора порогового значения являются фундаментальными — сложность описания данных в терминах определенной модели, вообще говоря, не означает сложности реального процесса. Это замечание справедливо и для аналогии между когнитивными и «компьютерными» процессами. Вычислительные машины могут эффективно решать многие задачи, которые представляются сложными для человека (например, сложные арифметические вычисления), но, с другой стороны, испытывают серьезные затруднения при решении простых для человеческого мозга задач, таких как распознавание визуальных образов или речи.

## 6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ. ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В данной работе был представлен анализ серии психолингвистических экспериментов на разрешение синтаксической неоднозначности с точки зрения оценки их валидности и надежности. Оказалось, что проведенные эксперименты недостаточно удачны как с точки зрения своей экологической валидности (экспериментальные предложения слишком часто встречаются и вырваны из контекста; факторы рассматриваются по отдельности), так и с точки зрения своей внутренней валидности (различные вмешивающиеся переменные). Ниже



мы кратко наметим некоторые пути дальнейших исследований, которые, возможно, улучшат качество наших будущих исследований и позволят соблюсти необходимый баланс между экологической и внутренней валидностями.

В параграфе 3.2 мы предложили ввести в наши эксперименты визуальный контекст. Тем самым мы меняем **методику** (предварительно протестировав ее на предложениях с синтаксической неоднозначностью) проведения эксперимента (которая должна будет состоять из выполнения испытуемыми некоторого набора инструкций), а заодно и **стимульный материал**, так как используемые ранее стимулы явно не подходят для жанра инструкций. Единственное, что мы можем взять из предыдущих экспериментов — это знание о пяти факторах, влияние которых мы изучали; кроме того, нам поможет список тех факторов, влияние которых рассматривалось другими исследователями на других языках.

Итак, мы имеем: (i) новую методику с визуальным контекстом; (ii) новый стимульный материал; (iii) список из девяти факторов (ОП, длина придаточного, длина ИГ<sub>1</sub>, длина ИГ<sub>2</sub>, длина подлежащего, одушевленность, род, падеж, частотность имен). Каким образом мы организуем наши новые эксперименты?

Если мы хотим провести один большой эксперимент с учетом сразу всех 9 факторов, то, даже имея для каждой независимой переменной только по два уровня, нам придется моделировать эксперимент  $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 2^9$  с в общей сложности  $512 \times 8 = 4096$  испытуемыми. Однако внутригрупповой план (см. параграф 2.2) подобного эксперимента неосуществим по причине наличия на каждом из 512 экспериментальных листов  $512 \times 4 = 2048$  экспериментальных предложений. Другими словами, проводить данный эксперимент возможно только по межгрупповому плану, однако это еще в разы увеличит необходимое для статистической значимости результатов общее количество испытуемых.

Но возможен и другой путь. Придумав стимульный материал для полного, большого, эксперимента, мы проводим его, однако, в усеченном виде, заполняя каждую клетку условия лишь одним предложением, полученным от одного испытуемого. Полученные таким образом результаты не будут обладать никакой статистической значимостью, однако дадут нам материал для (i) предварительной проверки полноты выделенного набора факторов и (ii) построения гипотез о взаимовлияниях некоторых факторов. Проводя последующие эксперименты с целью проверки этих гипотез, мы одновременно будем накапливать данные в копилку нашего полного эксперимента. Таким образом, получая промежуточные результаты о зависимости типа закрытия от отдельных факторов или групп факторов, мы в конце концов придем к статистически значимым результатам нашего основного эксперимента.

## ЛИТЕРАТУРА

- Дрейзин Ф.А. Синтаксическая омонимия // Машинный перевод и прикладная лингвистика. М., 1966.
- Июдин Л.Л., Богуславский И.М., Лазурский А.В., Митюшин Л.Г., Сизов В.Г., Крейдлин Л.Г., Бердичевский А.С. Интерактивное разрешение неоднозначности в процессе автоматической обработки текстов: проблемы и перспективы // Труды Международного семинара Диалог. М., 2005. С. 210–221.



- Иорданская Л.Н. Синтаксическая омонимия в русском языке (с точки зрения автоматического анализа и синтеза) // НТИ. № 5. 1967. С. 9–17.
- Кибрик А.Е. Очерки по общим и прикладным вопросам языкознания. М., 1992.
- Секерина И.А. Процесс понимания и синтаксический анализ предложения // Вопросы языкознания. 1996. № 3. С. 100–138.
- Секерина И.А. Психоллингвистика // Современная американская лингвистика: фундаментальные направления. М., 2002. С. 231–260.
- Солсо Р.Л., Джонсон Х.Х., Бил М.К. Экспериментальная психология. М., 2002.
- Федорова О.В., Янович И.С. Об одном типе синтаксической многозначности, или Кто стоял на балконе // Труды Международного семинара Диалог. М., 2004. С. 644–649.
- Федорова О.В., Янович И.С. Разрешение синтаксической многозначности в русском языке: Роль длины и структуры придаточного // Труды Международного семинара Диалог. М., 2005. С. 487–490.
- Федорова О.В., Юдина М.В., Янович И.С. Синтаксическая неоднозначность в эксперименте и в жизни // Труды Международного семинара Диалог. М., 2007. С. 605–609.
- Юдина М.В. Понимание и порождение высказываний с синтаксической неоднозначностью (на примере относительных придаточных в русском языке) // Труды Международного семинара Диалог. М., 2006. С. 487–490.
- Bradley D., Fernández E.M., Taylor D. Prosodic weight versus information load in the relative clause attachment ambiguity // Poster presented at the Annual CUNY Conference on Human Sentence Processing. 2003.
- Brysbaert M., Mitchell D.C. Modifier attachment in sentence parsing: Evidence from Dutch // Quarterly Journal of Experimental Psychology. 1996. 49A. 3.
- Chomsky N. Syntactic structures. The Hague: Mouton, 1957.
- Crain S., Steedman M. On not being led up the garden path: The use of context by the psychological parser // Natural language parsing: Psychological, computational and theoretical perspectives / Ed. by D.R. Dowty, L. Karttunen, A. Zwicky. Cambridge University Press, 1985. P. 320–358.
- Cuetos F., Mitchell D.C. Cross-linguistic differences in parsing: Restrictions on the use of the Late Closure strategy in Spanish // Cognition. 1988. 30. P. 73–105.
- Farrar W., Kawamoto A. The return of “visiting relatives”: Pragmatic effects in sentence processing // Quarterly Journal of Experimental Psychology. 1993. 46A. P. 463–487.
- Fedorova O. Matrix Subject Length in RC Attachment // Poster presented at the Annual Conference on Architectures and Mechanisms of Language Processing. 2006.
- Fedorova O., Yanovich I. RC attachment in Russian: The role of constituent length // Poster presented at the Annual Conference on Architectures and Mechanisms of Language Processing. 2004.
- Fedorova O., Yanovich I. Early preferences in RC attachment in Russian: The effect of WM differences // Proceedings of FASL-14. 2005a. P. 113–128.
- Fedorova O., Yanovich I. Prosody and informativeness can work together: RC-attachment in Russian // Poster presented at the Annual Conference on Architectures and Mechanisms of Language Processing. 2005b.
- Felser C., Marinis T., Clahsen H. Children’s processing of ambiguous sentences: a study of relative clause attachment // Language Acquisition. 2003. 11. P. 127–163.
- Fernández E.M. Bilingual sentence processing: Relative clause attachment in English and Spanish. Doctoral dissertation, CUNY. 2000.
- Fernández E.M., Bradley D.C. Length effects in the attachment of relative clauses in English // Poster presented at the Annual CUNY Conference on Human Sentence Processing. 1999.
- Fernández E.M. Bilingual sentence processing: Relative clause attachment in English and Spanish. Amsterdam, 2003.
- Fodor J.A. Modularity of mind. Cambridge, MIT Press, 1983.
- Fodor J.D. Learning to parse? // Journal of Psycholinguistic Research. 1998. 27. 2. P. 285–319.

- Frazier L., Fodor J.D. *The sausage machine: A new two-stage parsing model* // *Cognition*. 1978. 6. P. 291–326.
- Frazier L., Clifton C.J. *Construal: Overview, Motivation, and Some New Evidence* // *Journal of Psycholinguistic Research*. 1997. 26. 3. P. 277–295.
- Gardner H. *The mind's new science: A history of the cognitive revolution*. Basic Books. 1985.
- Gibson E., Pearlmutter N.J. *A corpus-based analysis of psycholinguistic constraints on prepositional-phrase attachment* // *Perspectives on Sentence Processing* / Ed. by C.J. Clifton, L. Frazier, K. Rayner. Lawrence Erlbaum, 1994. P. 181–198.
- Hemforth B., Konieczny L., Scheepers C. *Syntactic and anaphoric processes in modifier attachment* // *Poster presented at the Annual CUNY Conference on Human Sentence Processing*. 1996.
- Hemforth B., Konieczny L. *Where pronouns and relative clauses differ: Information structure and binding preferences* // *Paper presented at the Annual CUNY Conference on Human Sentence Processing*. 2002.
- Kamide Y., Mitchell D., Fodor J.D., Inoue A. *Relative clause attachment ambiguity: Further evidence from Japanese* // *Poster presented at the Annual CUNY Conference*. 1998.
- Kess J. *Psycholinguistics*. John Benjamins, 1992.
- Li M., Vitanyi P. *An introduction to Kolmogorov complexity and its applications*. Springer, 1997.
- Lovic N., Fodor J.D. *RC attachment in sentence parsing: Evidence from Croatian* // *Poster presented at the Annual CUNY Conference on Human Sentence Processing*. 2000.
- MacDonald M.C., Pearlmutter N., Seidenberg M.S. *Syntactic ambiguity resolution as lexical ambiguity resolution* // *Perspectives on sentence processing* / Ed. by C. Clifton, L. Frazier, K. Rayner. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1994. P. 123–153.
- Maia M., Louren o-Gomes M.C., Moraes J. *Prosody and Attachment in Brazilian Portuguese* // *Poster presented at the Annual CUNY Conference on Human Sentence Processing*. 2004.
- Marcus M.P. *A theory of syntactic recognition for natural language*. MIT Press, 1980.
- Mendelsohn A., Pearlmutter N. *Individual differences in attachment preferences* // *Poster presented at the Annual CUNY Conference on Human Sentence Processing*. 1999.
- Miller G.A. *Some psychological studies of grammar* // *American Psychologist*. 1962. 11. P. 748–762.
- Pynte J., Colonna S. *Decoupling syntactic parsing from visual inspection: the case of relative clause attachment in French* // *Reading as a Perceptual Process* / Ed. by A. Kennedy, R. Radach, D. Heller, J. Pynte. Elsevier, 2000. P. 529–547.
- Pynte J., Mitchell D.C., Colonna S. *Relative clause attachment in French: The role of constituent length* // *Poster presented at the Annual CUNY Conference on Human Sentence Processing*. 2002.
- Robinson-Riegler G., Robinson-Riegler B. *Cognitive Psychology*. Pearson, 2004.
- Sekerina I. *The Late Closure Principle in Processing of Ambiguous Russian Sentences* // *Proceedings of FDSL-2*. 2003. P. 205–217.
- Sekerina I., Petrova K.A., Fernández E. *Relative clause attachment in Bulgarian* // *Paper presented at FASL-12*. 2003. P. 375–394.
- Sekerina I., Fedorova O. *Questionnaire Studies of RC Attachment Ambiguity in Russian* // *CUNY*. 2004. (unpublished manuscript).
- Sekerina I., Pugach Y. *Cross-linguistic Variation in Gender Use in Sentence Processing: Dutch versus Russian* // *Proceedings of FASL-13*. 2004. P. 312–323.
- Swets B., Desmet T., Hambrick Z., Ferreira F. *The role of verbal and spatial working memory in relative clause attachment preferences* // *Poster presented at the Annual CUNY Conference on Human Sentence Processing*. 2004a.
- Swets B., Desmet T., Hambrick Z., Ferreira F. *Does implicit prosodic “chunking” mediate individual differences in relative clause attachment?* // *Poster presented at the Annual Conference on Architectures and Mechanisms of Language Processing*. 2004b.
- Tabor W., Juliano C., Tanenhaus M.K. *Parsing in a dynamical system: an attractor-based account of the interaction of lexical and structural constraints in sentence processing* // *Language and Cognitive Processes*. 1997. 12. P. 211–271.

- Tanenhaus M.K., Spivey-Knowlton M.J., Eberhard K.M., Sedivy J.C., Allopenna P.D., Magnuson J.S. *Eye-movements and spoken language comprehension // Proceedings of the 34th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. 1996. P. 48–54.
- Tyler L.K., Marslen-Wilson W.D. *The on-line effects of semantic context on syntactic processing // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 1977. 16. P. 683–692.
- Vasishth S., Agnihotri R.K., Fernández E.M., Bhatt R. *Relative clause attachment in Hindi: Effects of RC length and RC placement // Poster presented at the Annual Conference on Architectures and Mechanisms of Language Processing*. 2004.
- Walter M., Frazier L., Clifton C., Hemforth B., Konieczny L., Seelig H. *Prosodic and syntactic effects on relative clause attachment in German and English // Poster presented at the Annual Conference on Architectures and Mechanisms of Language Processing*. 1999.
- Wijnen F. *Prosody in visual sentence processing // Paper presented at the Prosody in Processing workshop, Utrecht, 2001*.
- Yudina M., Fedorova O., Yanovich I. *RC Attachment in Russian: The Role of Conceptual and Grammatical Gender // Proceedings of FDSL. (to appear)*.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА 5

Group	Overall Preferences	Working Memory		RC-length		Interaction			
		High-Spans	Low-Spans	Long	Short	High-Spans		Low-Spans	
						Long	Short	Long	Short
bare N <sub>1</sub> -N <sub>2</sub>	64	48	80	74,6	53,5	no effect			
Adj-N <sub>1</sub> -N <sub>2</sub>	58,7	no effect		65,7	51,8	75	48,6	no effect	
N <sub>1</sub> -Adj-N <sub>2</sub>	23,4	no effect		no effect		no effect		25,7	18

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2 СТИМУЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ ЭКСПЕРИМЕНТА 2

- Преступник застрелил служанку актрисы, которая его прятала.  
(в каморке на чердаке особняка).  
(, потому что любила брюнетов).
- В парке друзья встретили ассистента профессора, который их учил.  
(математике два года назад).  
(, когда они были на первом курсе).
- Саша хотел подружиться с сестрой одноклассницы, которая его не любила.  
(из-за одной детской выходки).  
(, хотя он и дарил ей цветы каждое 8-ое Марта).
- В раздевалке девушки заметили тренера гимнаста, который им нравился.  
(еще с прошлого чемпионата).  
(, хотя совершенно не умел танцевать).
- Выходя на улицу, Катя вдруг увидела ученика доктора, который ее лечил.  
(последние четыре недели).  
(, когда она лежала в больнице).
- Я решил договориться с подругой соседки, которая мне не доверяла.  
(с того самого воскресенья).  
(, хотя я был и не виноват).

7. Наташа поехала навестить брата дедушки, который ее растил.  
(с самого раннего детства).  
(, закрывая глаза на все ее шалости).
8. Вчера Петя поссорился с сыном писателя, который ему неприятен.  
(с первых дней знакомства).  
(, потому что не умеет удачно шутить).
9. Миша на днях столкнулся с ученицей знакомой, которая его не выносила.  
(из-за его глупых шуток).  
(, поскольку считала его слабохарактерным).
10. Дима сразу вспомнил приятеля директора, который его обманывал.  
(самым бессовестным образом).  
(, когда они вместе ездили отдыхать).
11. Костя разговорился с дочкой заведующей, которая его уважала.  
(за мужественный характер).  
(, хотя он этого и не заслуживал).
12. Я разругалась с папой однокурсника, который меня недолюбливал.  
(за мои резкие высказывания).  
(, потому что я всегда училась на «отлично»).
13. Вчера Татьяна наконец познакомилась с секретарем начальника, который ее защищал.  
(от нападок ее сослуживцев).  
(, когда ее обвиняли в некомпетентности).
14. Такими словами Света растрогала внучку учительницы, которая ее презирала.  
(за неблагоприятные поступки).  
(, поскольку знала о ее неблагоприятных поступках).
15. Аня не согласилась работать с мамой подруги, которая ей надоедала.  
(постоянными душевными разговорами).  
(, приставая все время со своими разговорами).
16. Вася вежливо попрощался с племянницей хозяйки, которая его раздражала.  
(своей манерой одеваться).  
(, так как донимала его разговорами каждый завтрак).
17. Я сразу узнал дядю студента, который меня тренировал.  
(все три летних месяца).  
(, когда я учился в школе).
18. Сегодня Маша обманула тетю приятельницы, которая ее обожала.  
(за активную жизненную позицию).  
(, поскольку считала ее умной).

## Раздел 4

# МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПОДХОДЫ



# ФОРМАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ПОНЯТИЮ «ЗНАНИЕ» И ПРОБЛЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЗНАНИЯ

*О.П. Кузнецов*

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Существующие определения знания в число его характеристик, как правило, включают истинность, достоверность и надежность. Однако при реальном употреблении понятия «знание» эти характеристики оказываются необязательными даже для научного знания. Развитие науки предполагает не только получение новых знаний, но и корректировку (вплоть до опровержения) прежних, т.е. признание их ненадежными или просто неверными. Известный принцип фальсифицируемости, впервые высказанный Пирсом (2005, с. 135) и наиболее четко сформулированный К. Поппером, объявляет потенциально ненадежным любое научное знание. «Во всей сфере нашего знания нет ничего подобного абсолютной несомненности» (Поппер, 2002, с. 81). Согласно этому принципу, критерием научности теории является проверяемость ее утверждений, а следовательно, и их фальсифицируемость, т.е. потенциальная возможность их опровержения. Для любого нетривиального (не выводимого только из законов логики) утверждения теории должен существовать мысленный эксперимент, который при определенном исходе опровергает это утверждение, а следовательно, ставит под сомнение теорию в целом. «Мы никогда не можем быть уверенными в том, что наша теория не провалится» (там же, с. 85). Фактически к научному знанию предъявляются два основных требования — непротиворечивость и соответствие основному корпусу эмпирических фактов, на объяснение которых данное знание претендует. Но и эти требования время от времени нарушаются: обнаруживаются противоречия, появляются новые факты, которые существующая теория не способна объяснить. Это приводит к пересмотру ряда утверждений действующей теории, в результате чего теория



либо корректируется, либо целиком отвергается, и на ее место приходит новая теория, которая, в свою очередь, всегда потенциально может повторить судьбу прежних. Этот циклический процесс развития научного знания подробно описан в литературе (Поппер, 2002; Кун, 2001).

Но уже профессиональное знание — например, медицинское или юридическое — не удовлетворяет требованию непротиворечивости. Юридическое знание, по крайней мере, можно представить как единый объективно существующий (хотя и постоянно меняющийся) корпус документов — начиная от конституции, кодексов, постановлений правительства и кончая различными ведомственными распоряжениями. Значительная часть деятельности адвоката или юрисконсульта заключается в поиске противоречий между этими документами. В медицине же вообще не приходится говорить о едином знании, поскольку разные медицинские школы имеют по ряду вопросов противоречащие друг другу суждения.

Что же касается обыденного знания, т.е. знания, которое люди используют за пределами своей профессиональной деятельности, то можно лишь констатировать большое разнообразие (как с логической, так и с психологической точек зрения) способов его представления и стилей применяемых рассуждений. Различные типологии этих способов давно изучаются в психологии, однако это изучение далеко от завершения. Ниже будет изложен проект еще одного из возможных подходов к созданию такой типологии.

В информатике понятие «знание» широко используется в интеллектуальных технологиях, называемых экспертными системами или «системами, основанными на знаниях». В работах по искусственному интеллекту активно обсуждаются такие понятия, как «база знаний», «представление знаний» и др., но при этом авторы, как правило, уклоняются от определения понятия «знание». Это можно объяснить двумя причинами. Во-первых, довольно трудно точно сформулировать отличие «знаний» от «данных» (с точки зрения предлагаемого подхода этого делать и не нужно, но об этом — ниже). Во-вторых, требования, предъявляемые к научному знанию, в экспертных системах соблюсти не удастся. «Знания», используемые в экспертных системах, — это набор фактов и правил, полученных от экспертов. Знания разных экспертов могут противоречить друг другу, и, следовательно, по крайней мере, одно из них неверно. Даже совокупность правил, сформулированных одним и тем же экспертом, может оказаться противоречивой. В результате корректные логические рассуждения могут привести к противоречивым заключениям в зависимости от того, какие правила и в каком порядке будут использоваться. Тем не менее, методологически удобно любые наборы фактов и правил считать знаниями (допуская, что они могут быть неверными или противоречивыми) — хотя бы потому, что все интеллектуальные процедуры, связанные с обработкой знаний (извлечение и представление знаний, обновление базы знаний, вывод и т.д.), с формальной точки зрения прямого отношения к истинности не имеют.

Такой подход к определению понятия «знание» оставляет свободу для различных интерпретаций. Примерная схема определения такова: знание — это совокупность высказываний (фактов и правил), хранящаяся в некоторой базе знаний, плюс средства представления и обработки, содержащиеся в этой базе.

Отметим, что в данной схеме понятие базы знаний первично по отношению к понятию знания.

При всей кажущейся тривиальности предлагаемого определения оно не совпадает с некоторыми установившимися представлениями. Например, с точки зрения обыденного мышления любой учебник или справочник (не говоря об энциклопедиях) является базой знаний. С нашей точки зрения это не так. Совокупность высказываний является знанием, только если она снабжена некоторыми средствами ее обработки. В частности, новое знание, содержащееся в высказывании  $a$  (информативность  $a$ ), определяется множеством новых высказываний, выводимых при добавлении  $a$  в базу знаний  $K$ , что предполагает наличие средств вывода  $P$ . Кроме того, информативность  $a$  зависит и от других высказываний, содержащихся в  $K$ . Формально это выглядит так. Пусть  $S_0$  — множество высказываний в базе  $K$ ,  $S_a$  — множество новых высказываний, выводимых в  $K$  после добавления  $a$ :

$b \in S_a$  если и только если  $b$  выводимо из  $\{S_0, a\}$  по правилам  $P$ , но не выводимо только из  $S_0$ .

Отсюда видно, что информативность\*  $a$ , т.е. множество  $S_a$ , зависит от  $S_0$  (уже имеющихся высказываний в  $K$ ) и от правил вывода  $P$ .

Например, какая-то теорема  $a$  математического анализа информативна для студента первого курса (когда он ее впервые узнал), но не является новым знанием для преподавателя (она уже лежит в его  $S_0$ ). Однако она не является новым знанием и для пятиклассника, поскольку его  $S_0$  не содержит основных определений математического анализа и потому он не может делать какие-либо выводы из  $a$ . Впрочем, если быть совсем уж точным, его знание все же обновилось на одно высказывание (если он способен его запомнить):  $S_a = \{a\}$ . В таких случаях говорят, что это знание «лежит мертвым грузом».

Предлагаемый подход аналогичен подходу теории формальных систем, при котором внутренние свойства формальной системы обсуждаются в терминах выводимости. В логических исчислениях понятие противоречивости является внутренним свойством исчисления, тогда как понятие истинности возникает при интерпретациях исчисления. Противоречивое исчисление остается исчислением. Подобно этому противоречивое знание предлагается формально считать знанием, а непротиворечивость и истинность — характеристиками (безусловно, желательными) качества знания.

Помимо потенциальной противоречивости, другой важной характеристикой любого реального знания является его открытость и динамичность, т.е. способность менять свое состояние путем удаления, добавления или модификации различных высказываний и правил вывода.

\* Сформулированное здесь понятие информативности высказывания очень близко к понятию относительного истинностного содержания высказывания, предложенному К. Поппером (содержание  $a$  относительно контекста  $Y$  — это класс всех высказываний, выводимых из  $a$  в присутствии  $Y$ , но не выводимых только из  $Y$  [Поппер, 2002, с. 56]). Отличие — на наш взгляд, существенное состоит в том, что Поппер имеет в виду обычную логическую выводимость, а здесь правила  $P$  могут быть любыми, в том числе логически некорректными.

## 2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Уточним теперь основные понятия. Система, основанная на знаниях (СОЗ) — это система  $S = \langle K, F, P \rangle$ , где

$K$  — база знаний (БЗ), т.е. хранилище высказываний, наделенное некоторой структурой, имеющее неограниченный объем.

$F$  — рабочее поле  $S$ , т.е. хранилище высказываний ограниченной емкости, все высказывания в котором мгновенно доступны.

$P$  — конечное множество процедур. К ним относятся: включение нового высказывания извне в рабочее поле, процедуры доступа в БЗ (поиска высказываний в БЗ и их извлечения в рабочее поле), удаление высказывания (или групп высказываний) из рабочего поля, вывод нового высказывания, проверка непротиворечивости двух высказываний, процедуры, ориентированные на элиминацию обнаруженного противоречия, различные процедуры верификации, процедуры структурирования (введение и перестройка связей между высказываниями и т.д.). Кроме того,  $P$  содержит метапроцедуры\*, т.е. правила выбора и модификации процедур, а также формирования новых процедур.

Все процедуры, кроме процедур, связанных с доступом в БЗ, действуют в рабочем поле.

Знанием называется любая совокупность высказываний, содержащаяся в  $K \cup F$ .

Состояние системы  $S$  в текущий момент — это пара  $(M_K, M_F)$ , где  $M_K$  — множество всех высказываний, хранящихся в БЗ, а  $M_F$  — множество всех высказываний, хранящихся в рабочем поле в данный момент. Таким образом, состояние характеризуется не только общей совокупностью знаний, но и множеством  $M_F$  знаний, активированных (т.е. доступных обработке) в данный момент. Смена состояний происходит в результате выполнения процедур.

Внутри СОЗ можно говорить только о непротиворечивости ее знаний. Об истинности отдельных высказываний можно говорить лишь при их соотнесении с некоторым миром, реализуемом процедурами верификации. При этом сами процедуры верификации могут быть некорректными. Если такое соотнесение произведено, то мы имеем знание о мире. Это знание может быть неполным, неверным, неадекватным. В отличие от классического понятия интерпретации, где формальная теория соотносится с моделью целиком, здесь с миром соотносятся, быть может, отдельные высказывания. Отсюда и частичность знания.

Миром, в частности, может быть другая СОЗ. Так, проверка какой-то физической гипотезы может быть как экспериментальной (соотнесение с реальным миром), так и теоретической (соотнесение с существующей системой физических знаний).

Предложенные определения, разумеется, не являются формализацией понятия системы, основанной на знаниях. Они образуют лишь схему, хорошо известную в теории экспертных систем, дальнейшие уточнения которой могут привести

---

\* Стоит отметить, что понятие метапроцедуры возникло независимо и почти одновременно в психологии и в теории искусственного интеллекта (в теории экспертных систем).

к построению различных конкретных моделей СОЗ. Однако представляется, что уже на таком довольно абстрактном (и, казалось бы, малосодержательном) уровне эти определения образуют систему понятий, методологическая значимость которой выходит за пределы экспертных систем. В ее терминах удобно выделять и обсуждать различные аспекты понятия «знание» и систем обработки знаний — как искусственных (в интеллектуальных системах и теории искусственного интеллекта), так и естественных (в когнитивной психологии).

Рассмотрим, например, такую простую систему, как исчисление высказываний с правилом вывода *Modus Ponens* (МР). При ее стандартном теоретическом представлении понятие рабочего поля является лишним, поскольку по умолчанию предполагается, что все выведенные высказывания одинаково доступны, единственным правилом вывода является МР, а такие проблемы, как поиск посылок для очередного применения МР или эквивалентные преобразования формул, не рассматриваются как существенные. Если же для исчисления высказываний с МР строится система автоматического доказательства теорем\*, то от этих предположений приходится отказаться. Становятся важными многие аспекты, не рассматривавшиеся в теоретической логике: размер рабочего поля, процедуры поиска посылок, стратегии выбора этих процедур и т.д., поскольку все это, во-первых, должно быть реализовано в конкретной системе, а, во-вторых, различный выбор процедур и стратегий влияет на эффективность вывода. Заметим, что эффективность вывода в такой системе определяется длиной последовательности состояний, которую система прошла в процессе вывода. Длина этой последовательности может оказаться существенно больше, чем традиционная теоретическая длина вывода, поскольку она включает не только число применений правил вывода, но и число применений процедур, обеспечивающих использование правил вывода (поиск посылок, приведение кандидатов в посылки к нужному виду и т.д.).

Аналогичные (хотя и не столь формализованные) схемы обсуждаются в психологии мышления (см., например, обсуждение моделей рабочей памяти мозга [Величковский, 2006, т. 1, гл. 5 и т. 2, с. 220] и связи структур экспертных систем с моделями когнитивной психологии [там же, т. 2, с. 305]). Ж.Ф. Ришар (1998) различает *репрезентации* («конструкции, зависящие от обстоятельств, построенные в конкретном индивидуальном контексте для специфических целей») и *знания* («конструкции, обладающие постоянством, существенно не зависящие от выполняемой задачи и хранящиеся в долговременной памяти»). «Знания должны быть активированы для того, чтобы стать действенными, тогда как репрезентации являются действенными непосредственно. Это происходит от того, что репрезентации конституируют содержание операциональной памяти, т.е. информации, хранящейся в оперативной памяти и информации, активированной из долговременной памяти» (Ришар, 1998, с. 6). В наших терминах то, что Ришар понимает под знаниями, — это знания, структурированные в БЗ; репрезентации — это знания, переструктурированные в рабочем поле.

\* В этом примере неважно, рассматривается ли исчисление высказываний с МР или более эффективное исчисление, использующее метод резолюций.

### 3. Типология мышления, основанная на обработке противоречий

Тезис о методологической широте описанной схемы проиллюстрируем на примере проблемы, упоминавшейся в начале статьи. В психологии традиционно большое внимание уделяется типологиям различных когнитивных способностей и когнитивного поведения (психометрические модели интеллекта [Величковский, 2006, т. 2, п. 8.1.1], когнитивные стили [Холодная, 2004] и т.д.). В терминах процедур системы, основанной на знаниях, можно классифицировать различные типы человеческого знания и поведения, основанного на знаниях. При этом существенен не столько конкретный набор процедур, сколько их общая ориентация на поддержание определенных качеств базы знаний. Здесь мы дадим набросок подхода к такой классификации, основанного на типологии средств обнаружения и ликвидации противоречий. Под обнаружением противоречия мы будем понимать появление высказывания вида  $A \& A$  в рабочем поле. Таким образом, речь будет идти не о противоречивости или непротиворечивости системы знаний в целом (как это принято в теоретической логике), а об обнаруженной и осознанной\* противоречивости конкретных актуализированных знаний и средствах ее устранения, которые не обязательно являются логическими.

- Научный (логический) тип мышления — ориентация на истинность. Процедуры научного мышления основаны на законах логики, общих для всех наук, и методах верификации фактов и гипотез, специфических для конкретных наук. Всякое текущее состояние общепринятого ядра научного знания — это совокупность утверждений и правил, в которой противоречие либо *не обнаружено*, либо находится в процессе элиминации. Обнаружение противоречий в текущем состоянии знания и их устранение — не менее важная сторона научной деятельности, чем получение новых знаний. Для научного типа мышления характерен «аналитический» стиль элиминации обнаруженных противоречий. Он заключается в поиске скрытых противоречий, т.е. утверждений за пределами рабочего поля, не выглядящих противоречивыми, но логический вывод из которых приводит к  $A \& A$  в рабочем поле. Обнаружение скрытых противоречий приводит к перестройке (иногда существенной) базы знаний. Эти процессы происходят как в филогенезе объективно существующего научного знания, отражаясь в истории науки, так и в онтогенезе субъективных знаний — при формировании системы научных знаний конкретного студента, преподавателя, научного работника. В терминах предложенной схемы рабочее поле объективного знания — это мир публичных научных обсуждений и взаимодействий: публикации, конференции, семинары и т.д., т.е. та область объективного знания, которая в данный момент находится в поле зрения научного сообщества.

- Профессиональный (рациональный) тип мышления — ориентация на аргументацию и рациональный выбор. Опора на логику существенна не только

---

\* Процедуры в рабочем поле в грубом приближении можно считать моделью мыслительных процессов, контролируемых сознанием.

для научного знания, но и для других типов профессиональной умственной деятельности (лица, принимающего решения, адвоката, законодателя и др.). Однако реальный мир не укладывается в какую-то единую модель, и, кроме того, надежных фактов и утверждений, позволяющих сделать достоверный логический вывод, как правило, не хватает. Поэтому набор процедур научного мышления, основанных на методах дедуктивной и индуктивной логики, для прикладного логического мышления оказывается недостаточным. Здесь приходится использовать формальные и неформальные процедуры аргументации. Если же профессиональные (медицинские, юридические и др.) знания объективно противоречивы и не во власти отдельного субъекта их устранить, то в силу вступают процедуры рационального выбора, привлекающие знания из индивидуального опыта, системы ценностей и т.д.

- Обыденное мышление — ориентация на стереотипы и устойчивость. За пределами профессиональной сферы даже логически тренированный мозг часто мыслит не по законам логики. Дело в том, что логические процедуры медленны даже при их компьютерной реализации. Попытки опереться только на логику в реальных бытовых ситуациях, требующих быстрых решений и соответствующих действий, могут привести к тому, что поведение не будет успевать за потоком событий. Поэтому быстрые процессы обыденного мышления не могут быть основаны только на истине и сохраняющих ее логических процедурах. В частности, в литературе (Финн, 2006; Кузнецов, 1995) отмечалось, что обыденное мышление слабо чувствительно к противоречиям, если они проявляются более чем за 2–3 шага.

Стереотипы — это правила или последовательности правил, которые используются не потому, что их истинность доказана, а потому, что они по тем или иным причинам закрепились в памяти. Некоторые из них восприняты из опыта других («все так думают») или закрепились в результате собственного успешного опыта социального взаимодействия. Такие стереотипы можно назвать социальными. Обширная коллекция социальных стереотипов содержится, например, в книге Р. Чалдини (2007). Другой класс стереотипов можно назвать логическими, поскольку они имеют вид, близкий к обычным логическим правилам. Некоторые из логических стереотипов — вполне корректные правила дедуктивного вывода (например, *Modus Ponens*: «если  $p$  то  $q$ », « $p$  истинно», следовательно, « $q$  истинно»), другие справедливы далеко не всегда. Типичные примеры — абдукция («если  $p$  то  $q$ », « $q$  истинно», следовательно, « $p$  истинно») и поспешная индукция, т.е. неправомерное обобщение по небольшому числу примеров.

Например, типичное (к сожалению) для российского обывателя суждение: « $A$  богат, следовательно,  $A$  ворует» может быть как результатом абдукции («если  $A$  ворует, то  $A$  богат», « $A$  богат», следовательно, « $A$  ворует»), так и результатом вполне корректного применения *Modus Ponens* к посылке «если  $x$  богат, то  $x$  ворует», полученной неправомерным обобщением.

Важно отметить, что, сталкиваясь с явно ложными суждениями, полученными в результате использования стереотипов, люди не спешат отказаться от их использования. В оправдание этому придуман еще один расхожий стереотип: «Нет правил без исключений». В действительности тенденция к сохранению



стереотипов является частным случаем, быть может, самой важной особенности обыденного мышления — ориентации на *устойчивость*, под которой следует понимать стремление сохранить накопленные ранее знания.

Можно говорить о двух аспектах устойчивости, которым, возможно, соответствуют два разных типа когнитивных механизмов: образной (в широком смысле, включающем мысленные, словесные и математические образы) и логической устойчивости. Образная устойчивость — это стремление сохранить целостную картину, особенно, если она ощущается как «хороший гештальт» в смысле гештальт-психологии, т.е. как устойчивая, прозрачная, «центрированная» (см., напр.: Вертгеймер, 1987) структура. Типичная для обыденного мышления тенденция к упрощению говорит о том, что ощущение устойчивости (то, что Л. Фестингер [1999] называет когнитивным консонансом), легче достигаемое в простых структурах, оказывается предпочтительнее логической обоснованности. Отказ от опровержения здесь объясняется боязнью разрушить целостность.

В случае логической устойчивости отказ от опровержения выглядит более явно. Принятое однажды суждение в дальнейшем всячески отстаивается, в том числе путем простого игнорирования опровергающих его суждений. Часто можно наблюдать, как человек, отстаивающий свои суждения, охотно пользуется даже сомнительными аргументами в их пользу и стремится отвергнуть все, что им не соответствует. Эта тенденция объясняется характерной особенностью обыденного мышления, неоднократно отмечавшейся психологами — существенным преимуществом положительной информации перед отрицательной. Иначе говоря, предпочтительнее добавлять знания, чем удалять.

Ришар (1998, с. 104) ссылается на тезис Пиаже о примате утверждения над отрицанием и приводит ряд экспериментальных данных, подтверждающих его. Например, «испытуемым показывают 4 карты, на лицевой стороне которых написаны А, D, 4, 7. Сообщается правило, которое надо проверить (гипотеза): “если на одной стороне — гласная, то на другой — четное число”. Требуется повернуть только те карты, которые, по мнению испытуемого, необходимы и достаточны для верификации гипотезы. Правильное решение — повернуть А и 7. Однако менее 10% испытуемых (студентов) сделали это. Большинство поворачивают либо только А, либо А и 4» (там же, с. 99). Поворот А — это поиск подтверждения гипотезы; это делают все. Поворот 7 — это поиск опровержения гипотезы; это делают менее 10% испытуемых. Поворот 4 ничего не дает для верификации гипотезы: как известно в логике, при истинном  $q$  («число четно») импликация «если  $p$  то  $q$ » истинна для любого  $p$ , т.е. любая буква на обороте не опровергнет и не подтвердит гипотезу. Почему тем не менее этот поворот происходит? Да потому, что «крайне мало взрослых, незнакомых с логикой, понимают, что импликация “если  $p$  то  $q$ ” истинна, если  $p$  ложно» (там же, с. 111).

Аналогичные данные, связанные уже не с чисто логическим выводом, а с аргументацией, приводит Фестингер (1999). В ситуации выбора, когда две альтернативы имеют примерно равноценную аргументацию и потому выбор приводит к сильному когнитивному диссонансу (ощущению психологического дискомфорта), человек гораздо более склонен к поиску дополнительных



аргументов в пользу выбранной альтернативы, чем к поиску аргументов против отвергнутой альтернативы.

Особо следует отметить сильную асимметрию в использовании двух логически равноценных правил дедуктивного вывода. Речь идет о двух аристотелевских силлогизмах: уже упоминавшемся *Modus ponens* и *Modus tollens*: «“если  $p$  то  $q$ ”, “ $q$  ложно”, следовательно,  $p$  ложно». «Если *Modus ponens* правильно применяют почти все, то *Modus tollens* — только две трети» (Ришар, 1998, с. 110). В свете сказанного выше это неудивительно: *Modus ponens* дает новое положительное знание  $q$ ; *Modus tollens* требует отвергнуть посылку  $p$ .

В логическом мышлении отношение к этим правилам характеризует две различные методологические установки. Установка *критического мышления* («принимай новые заключения за истину, пока они не опровергнуты, но всегда будь готов отказаться от опровергнутых посылок») считает более надежным *Modus tollens*. Отказ пользоваться заключением *Modus tollens*\* для пересмотра посылки приводит к *догматической установке*: «никогда не отвергай принятые посылки; если предъявлен контрпример, ищи его опровержение». Иначе говоря, некоторые посылки рассматриваются как принципиально неотвергаемые *догмы*.

Асимметрию  $A$  и  $\bar{A}$  в общем случае не следует понимать как предпочтение высказываний, не содержащих отрицания. Защищаемая посылка часто является отрицательным суждением (например, утверждение о невозможности чего-либо). В терминах нашей схемы это скорее асимметрия во времени.  $A$  — это высказывание, которое поступило в БЗ *раньше*. Оно включено в существующую структуру знаний, из него уже неоднократно делались выводы, поэтому его опровержение может привести к существенной перестройке всей базы знаний, и работой в текущем состоянии рабочего поля обойтись не удастся. Отклонить появившееся позже  $\bar{A}$  гораздо проще, для этого базу знаний трогать не обязательно. Разница в когнитивных усилиях и временных затратах и объясняет, на наш взгляд, указанную асимметрию, которая, собственно, и есть ориентация на устойчивость.

Разумеется, и в научном мышлении, т.е. при ориентации на истинность, появление контрпримера не обязательно ведет к немедленному пересмотру структуры знаний. Однако обнаружение  $A \& \bar{A}$  фиксируется и требует обстоятельного разбирательства. Что в конечном счете будет отвергнуто —  $A$  или  $\bar{A}$ , — выяснится позже, но логически они равноправны. Логически — но не психологически: любой ученый сначала будет проверять и перепроверять контрпример, искать другие контрпримеры, и только когда убедится в их истинности, займется пересмотром посылок, стремясь при этом максимально сократить объем пересмотра.

Если же утверждение, противоречащее  $A$ , тоже вошло в структуру базы знаний и из него были сделаны собственные выводы, а противоречие обнаружено существенно позже, то «поведение» СОЗ в этой ситуации определяется

\* О социальных аспектах отказа от *Modus tollens* говорится в интересной статье Д.Г. Лахути (2004), к которой мы вернемся ниже.

ее установками. Для научной теории пересмотр части знаний неизбежен и сопровождается более тщательными процедурами верификации. В рамках догматического мышления обнаруженные противоречия разрешаются, как правило, нелогическими средствами. История религий и различных идеологических учений (особенно если они в какой-то мере поддерживаются государством или просто влиятельной частью общества) говорит о том, что в этом случае серьезную роль играют социальные факторы.

#### 4. СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПРЕДЛАГАЕМОЙ ТИПОЛОГИИ

Ряд проблем, связанных с взаимодействиями социальных групп, также можно рассматривать в рамках предложенной схемы. В отличие от моделей, рассматриваемых в социальной психологии, конфликтологии, теории рефлексивных процессов (Лефевр, 2003), здесь социальные взаимодействия следует понимать как взаимодействия систем, основанных на знаниях, где существенными являются два момента: ограниченность рабочего поля и средства разрешения противоречий. Такой подход может оказаться полезным, в частности, при моделировании идеологических конфликтов и методов внедрения в общественное сознание определенных идеологем.

В статье Д.Г. Лахути (2004) показывается, зачем в 1940-х годах Сталину понадобилось внедрять преподавание логики в средней школе и какая логика ему была нужна. Логика Сталина — это логика *Modus ponens*, при которой истинность посылок (идеологических догм) постулируется раз и навсегда, т.е. логика догматического мышления. Отказ от *Modus tollens* принципиален, поскольку он позволяет подвергнуть посылки сомнению, а сама возможность такого сомнения недопустима.

История коммунистической идеологии в СССР содержит массу примеров того, каким образом разрешаются противоречия в догматической СОЗ, если она — господствующая. Мало того, что обнаруженные противоречия отвергаются (это, как указывалось выше, характерно и для всякого обыденного мышления, ориентированного на устойчивость). Главная задача заключалась в том, чтобы не допустить самого обнаружения противоречий, т.е. в организации всеобъемлющей *цензуры на рассуждения*.

Особый случай в жизни догматической СОЗ — обнаружение противоречий между двумя догмами. Здесь, как правило, происходит выбор, после чего либо одна из догм объявляется ересью, либо она «задвигается» в глубь базы знаний и не допускается ее введение в рабочее поле.

Манипулирование общественным сознанием, т.е. внедрение в умы определенных концепций, в значительной степени основано на отмеченных выше особенностях обыденного мышления. Оно заключается в навязывании нужных стереотипов, в использовании ярких, устойчивых, но плохо верифицируемых образов («народ требует», «все прогнило», «вокруг предатели» и т.д.) в расчете на отказ от опровержения, объясняемый его трудоемкостью и ограниченностью рабочего поля. В частности, при применении демагогических приемов в пуб-

личной полемике откровенно используется ограниченность рабочих полей оппонентов и слушателей, из-за которой у них нет физической возможности проверить корректность аргументации демагога.

С другой стороны, продуктивность всякого корректного обсуждения объясняется в значительной степени тем, что у участников обсуждения возникает единое рабочее поле, в котором активизируются и обрабатываются знания из разных баз знаний. Как известно, особенно продуктивны междисциплинарные научные исследования, поскольку в них, в отличие от политических дискуссий, преобладает ориентация на истинность. Это формализуется простым логическим соображением: если из *A* и *B* следует *C*, но при этом *A* и *B* принадлежат разным теориям, то *C* можно получить только в результате объединения этих теорий в смысле Тарского (см.: Поппер, 2002, с. 57). Подход, предлагаемый в данной статье, добавляет к этому теоретическому соображению важное реалистическое дополнение: чтобы получить *C*, утверждения *A* и *B* должны оказаться в одном рабочем поле.

## ЛИТЕРАТУРА

- Величковский Б.М. Когнитивная наука: Основы психологии познания. В 2 т. М.: Смысл, 2006.
- Вертегеймер М. Продуктивное мышление. М.: Прогресс, 1987.
- Кузнецов О.П. Неклассические парадигмы искусственного интеллекта // Теория и системы управления. 1995. № 5. С. 3–23.
- Кун Т. Структура научных революций. М.: АСТ, 2001.
- Лахути Д.Г. Сталин и логика // Вопросы философии. 2004. № 4. С. 164–169.
- Лефевр В.А. Алгебра совести. М.: Когито-центр, 2003.
- Пирс Ч.С. Рассуждение и логика вещей: Лекции для Кембриджских конференций 1898 года. М.: РГГУ, 2005.
- Поппер К. Объективное знание. Эволюционный подход. М.: Эдиториал УРСС, 2002.
- Ришар Ж.Ф. Ментальная активность. Понимание, рассуждение, нахождение решений. М.: Институт психологии РАН, 1998.
- Фестингер Л. Теория когнитивного диссонанса. СПб.: Ювента, 1999.
- Финн В.К. Интеллектуальные системы и общество: Сборник статей. Изд. 2-е. М.: Комкнига, 2006. С. 105–128.
- Холодная М.А. Когнитивные стили. О природе индивидуального ума. 2-е изд. СПб.: Питер, 2004.
- Чалдини Р. Психология влияния. 4-е изд. СПб.: Питер, 2007.

# КОГНИТИВНЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ГУМАНОИДНЫМИ РОБОТАМИ

*Л.А. Станкевич*

## 1. ВВЕДЕНИЕ

В последнее время проводятся широкие исследования, направленные на решение проблемы, связанной с теоретическим исследованием и разработкой технических *когнитивных систем*. Эта проблема возникла на стыке современной когнитивной науки и информатики (Станкевич, 1999; Гергей, 2004). Когнитивная наука исследует процессы обработки информации в мозге человека при познании и мышлении, а информатика пытается применить ее результаты для разработки формализованных когнитивных концепций и создания на их основе когнитивных систем, т.е. интеллектуальных систем, способных к накоплению знаний и самоорганизации в процессе функционирования.

Развитие когнитивных систем имеет целью достижение уровня интеллектуальности технических систем, близкого к человеческому. Разработка *роботов* является одной из важных областей, где уже сейчас требуется близкий к человеческому уровень интеллекта. К настоящему времени роботы прошли путь развития от простых роботов-манипуляторов до современных роботов *гуманоидного* класса. Управление роботами также совершенствовалось. Если для управления первыми интегральными роботами использовались в основном логика, эвристики и методы, основанные на использовании символьных знаний, то в дальнейшем стали применяться и методы, основанные на нечеткой логике, нейронных сетях и пр. (Станкевич, 2001).

В последнее время обсуждаются возможности использования в системах управления гуманоидными роботами специальных *когнитивных средств*, способных обучаться в реальном времени отображению сложных функций и отношений (Станкевич, 1999; Станкевич, 2001). На базе таких средств можно строить *модульные когнитивные и эффекторные структуры*, способные обучаться и формировать рациональное поведение роботов при изменении целей и условий среды. Использование таких структур в составе *виртуальных*

(когнитивных) *агентов* позволяет строить *многоагентные системы управления* роботами со сложным поведением, близким к человеческому.

Система управления роботом при использовании когнитивных средств и виртуальных агентов становится похожей по функциям и организации на нервную систему человека. Поэтому такую систему можно условно назвать *цифровой нервной системой* робота. Создавать такую систему для современных гуманоидных роботов целесообразно как иерархическую многосвязную систему, все уровни которой реализуются с использованием когнитивных средств.

В данной статье обсуждается возможность компьютерной реализации когнитивных систем и использования их при разработке роботов со сложным человекоподобным поведением. Обсуждаются вопросы реализации систем управления современными гуманоидными роботами на основе многоагентной технологии с когнитивными агентами, построенными с использованием когнитивных средств, способных автоматически накапливать знания в процессе работы и принимать решения на основе этих знаний. Рассматриваются задачи, связанные с разработкой когнитивных средств восприятия информации, автоматического формирования и накопления знаний, ассоциативного вывода при выборе поведений, а также полномасштабной цифровой нервной системы гуманоидного робота. Как пример использования предлагаемого подхода рассматривается перспективная система управления гуманоидного робота.

## 2. КОГНИТИВНЫЕ СИСТЕМЫ

Понятие когнитивности (cognition) используется в когнитивной психологии, которая детально изучает информационные процессы мозга человека. Предполагается, что мозг воспринимает информацию, т.е. обрабатывает ее сенсорными системами и формирует структурированную систему знаний. Знания сначала фиксируются в кратковременной памяти, а затем накапливаются и хранятся в долговременной памяти в кодированном виде. Формирование и накопление знаний связано с концепцией познания. Концепция мышления, т.е. ментальной обработки информации, определяет процесс использования знаний для решения различных задач. Результаты исследования процессов обработки информации, связанных с познанием и мышлением, позволили построить *когнитивную теорию*, описывающую работу мозга на основе информационного подхода.

Специалисты по интеллектуальным системам, использующие когнитивную теорию, трактуют познание с технической точки зрения — как способность системы автоматически извлекать знания и накапливать их в памяти системы в процессе обучения (Станкевич, 2004). Мышление трактуется как использование знаний и выводов на их основе для формирования рационального поведения системы. При этом создаются аналоги ментальных операций, связанные с выводом путем рассуждений или ассоциативным выводом. В рамках когнитивной теории были выделены и частично изучены основные *когнитивные функции и процессы*, определяющие познание и мышление. Эти результаты оказались полезными при разработке систем управления, которые должны обеспечивать

сложное человекоподобное поведение управляемых объектов. Реальные успехи в создании *когнитивных систем управления*, способных реализовать выделенные когнитивные функции и процессы мозга, пока невелики. Трудности определяются сложностью и недостаточной изученностью этих функций и процессов, а также ограниченными возможностями используемых вычислительных структур, таких как логические или нейронные сетевые вычислители.

Сложное поведение объектов можно обеспечить, создавая *когнитивные системы управления* на основе формализованных методов обучения и ментального решения задач (Станкевич, 1999). Эти методы позволяют строить обучаемые модули для работы с когнитивными функциями (когнитивные модули) и сети таких модулей для организации когнитивных процессов (когнитивные структуры — КС). Такие структуры позволяют накапливать в процессе обучения необходимые знания и выбирать ментальным образом нужные действия при организации целесообразного индивидуального и коллективного поведения (рисунок 1). Оказалось полезным выделить в отдельную группу функции управления эффекторами объектов. Они, как и когнитивные функции, тоже могут быть реализованы на базе обучаемых компонентов. Можно выделить также эффекторные структуры для управления системой эффекторов объекта, способные обучаться и реализовать процессы координированного управления эффекторами.

Разработки в области когнитивной теории и недавние исследования по нейрофизиологии позволили сформировать *гипотезу о строении и функционировании нервной системы*, связывающую эти области знаний о ней. Так, нейрофизиологи частично прояснили локализацию некоторых когнитивных процессов в нейронных структурах мозга (Шеперд, 1987). Показано, что в зависимости от сложности когнитивных функций и процессов в мозге используются локальные, проекционные и перекрывающиеся нейронные сети. Кроме того, показано преобладающее значение в нервной системе человека замкнутых подсистем, реализующих поведенческие процессы. Эти подсистемы представляют собой цепочки нейронных модулей (локальных сетей), распределенные по ряду областей нервной системы, включая мозг и сенсомоторные области. Такие цепочки постоянно активны, но свои поведенческие функции они реально выполняют только в том случае, если их активность высока по отношению к другим. Они пересекаются и взаимодействуют между собой в перекрывающихся областях мозга. Объединения таких цепочек можно считать *агентами нервной системы*. Внутри объединения можно выделить когнитивные и эффекторные структуры, формирующие и исполняющие целенаправленные согласованные поведения агентов нервной системы. Агенты могут конкурировать между собой или кооперироваться для организации сложного поведения. Коллективная работа сообщества агентов, подчиненная некоторым «социальным» законам нервной системы, приводит к ее оптимальному функционированию. Перекрывающиеся области мозга выполняют роль социального регулятора, коммутирующего связи агентов и координирующего их действия. По существу, это мета-агент, который видит больше других и улучшает работу сообщества агентов системы. С помощью когнитивных и эффекторных структур агент извлекает информацию о среде от своих или используемых совместно с другими сенсоров, активизирует нужные



**Рис. 1.** Управляющие структуры и агенты

обрабатывающие функции в своих наборах микроколонок нейронов коры мозга (нейронных модулях) и управляет своими или совместными эффекторами для воздействия на среду. Агенты самоорганизуются за счет генетической информации и могут самосовершенствоваться в процессе эволюции.

Такая гипотеза послужила основой для разработки методологии создания *многоагентных когнитивных систем управления* (Станкевич, 2000). Такие системы состоят из внутренних *агентов*, каждый из которых реализует набор согласованных форм поведения, используя цепочки преобразований следующего вида:

$$\{E \rightarrow S \rightarrow CSP \rightarrow CSB \rightarrow B \rightarrow CSB \rightarrow CSC \rightarrow AS \rightarrow A \rightarrow R \rightarrow E\},$$

где  $E$  — среда,  $S$  — сенсоры,  $CSP$  — КС восприятия,  $CSB$  — КС «Восприятие-Поведение»,  $B$  — выбранные поведенческие компоненты,  $CSB$  — КС «Восприятие-Поведение-Управление»,  $CSC$  — КС «Поведение-Управление»,  $AS$  — АС координации управления,  $A$  — актуаторы (эффекторы),  $R$  — робот,  $E$  — среда.

Когнитивные и эффекторные структуры и агенты могут быть реализованы на базе сетевых обучаемых компонентах, таких, как обучаемые логические системы, нейронные сети, ассоциативные логические сети, комбинированные сети и пр. В данной работе предлагается использовать специально разработанные когнитивные средства.



### 3. КОГНИТИВНЫЕ СРЕДСТВА

Ранние исследования по нейрофизиологии позволили разработать теорию формальных нейронных сетей. Более поздние исследования показали, каким образом некоторые функции и процессы реализуются в нейронных структурах мозга. Так, на основании исследования мозжечковых структур было показано, что информация на входах в нейронные структуры кодируется с использованием принципов грануляции, т.е. квантования, учитывающего неопределенность информации, и обрабатывается ассоциативно и логически (Станкевич, 1999). Раскрыты также некоторые методы формирования и ассоциативной обработки функций в нейронных сетях мозга. Это позволило ввести понятие *нейрологических сетей*, отражающее слияние принципов обучения в нейронных сетях и принципов ассоциативной и логической обработки информации.

Нейрологические сети позволяют организовать процессы решения задач в системах управления сложным поведением максимально подобно тем процессам обработки информации, которые имеют место в биологическом прототипе — центральной нервной системе человека. При этом предполагается, что имеют место: гранулированное представление информации, дающее возможность решать задачи в условиях неопределенностей; ассоциативная и логическая обработка когнитивных функций, позволяющая эффективно реализовать их отображение и сохранение; ассоциативная и логическая обработка когнитивных процессов, позволяющая производить параллельное и последовательное преобразование образов единообразно на всех уровнях системы управления (Станкевич, 2000).

Рассмотрим методы грануляции, ассоциативно-логической обработки когнитивных и эффекторных функций и процессов, а также методы автоматического формирования таких функций и процессов.

**Грануляция** связана с неопределенностью информации в реальных условиях. Обработка информации в виде коллекции нечетко определенных гранул не является строго формализованной, но соответствует человеческой способности обрабатывать реальную информацию, получившуюся в результате грануляции объекта. Именно грануляция позволяет реализовать логические рассуждения и ассоциативную обработку реальной информации единообразно подобно тому, как это делают когнитивные структуры человеческого мозга.

Теория нечеткого информационного гранулирования разрабатывается Л. Заде и его последователями как обобщение нечеткого подхода (Zadeh, 1997). Обобщенная информационная грануляция (GIG — Generality Information Granulation) рассматривается в рамках этого подхода как одна из базисных концепций когнитивной обработки информации. GIG предполагает, что любой составной информационный объект (переменная, отображение, образ) может быть декомпозирован на гранулы.

Каждая гранула является набором элементарных объектов, которые связаны вместе неопределенностью, близостью, подобностью и функциональностью. Формально объект  $O_c$  может быть представлен гранулированно, как:

$$\begin{aligned} O_c &= \text{ins\_g}(G_1, \dots, G_i, \dots, G_N); \\ G_i &= \text{has\_a}(A_1, \dots, A_j, \dots, A_M); \\ A_j &= \text{has\_v}(V_1, \dots, V_q, \dots, V_Q); \end{aligned} \quad (1)$$

где  $A_j$  —  $j$ -й атрибут гранулы  $G_i$ ;  $V_q$  —  $q$ -е значение атрибута  $A_j$ ;  $\text{ins\_g}$  — отношение включения для гранул;  $\text{has\_a}$  и  $\text{has\_v}$  — отношение «имеет» для атрибута и значения соответственно. Пример грануляции: объект «голова» включает гранулы «нос», «глаз», «щека» и пр., имеющие атрибуты «размер», «форма» и пр. со значениями, например, для первого атрибута: «большой», «малый» и пр. Гранулы могут быть точными, т.е. иметь четкие границы (интервалы переменных, выделенные области определения функций и отношений, сегменты образов), и неточными — с нечеткими или вероятностными границами (терм-множества переменных, элементы нечетких или вероятностных графов, нечеткие или вероятностные правила и др.). Соответственно, атрибуты и значения точных и неточных гранул будут точными или неточными.

**Ассоциативно-логическая обработка информации.** Обработка гранулированной информации основана на использовании ассоциативных отображений (АМ). АМ является особой формой отображения векторной функции в виде сетевой вычислительной структуры, которая должна обладать хорошими аппроксимирующими свойствами. Возможно использование одиночных (SAM) и множественных (MAM) отображений.

Формально АМ, SAM и MAM могут быть представлены модельными наборами вида:

$$\begin{aligned} \text{AM} &= \{X, Y, S, U, F\}; \\ \text{SAM} &= \{P_x, P_y, \text{AM}\}; \\ \text{MAM} &= \{P_x, P_y, \{\text{AM}_t, t=1, \dots, T\}\}. \end{aligned} \quad (2)$$

Компоненты, входящие в наборы, имеют следующие назначения:  $X, Y$  — множества входных и выходных параметров (векторные);  $S, U$  — множества структур и структурных единиц, их составляющих;  $F$  — множество базисных функций, реализуемых в узловых элементах;  $P_x, P_y$  — входной и выходной векторы;  $\text{AM}_t$  — SAM для  $t$ -го момента времени протекания когнитивного процесса;  $T$  — период времени процесса с фиксированными моментами  $t$ , в которые реализуются  $\text{AM}_t$ , составляющие MAM.

Предлагается реализовать ассоциативную обработку когнитивных функций с использованием обучаемых сетевых компонентов типа клетки и ядра.

*Клетка* является минимальным когнитивным элементом, способным самостоятельно обрабатывать информацию в гранулированном виде. Формализованная модель клетки может быть представлена набором множеств:

$$M_c = \{X_c, W_c, H_x, S_c, H_y, BF, y_c\}, \quad (3)$$

где  $X_c = \{x_0, \dots, x_n\}$  — множество входных параметров;  $W_c = \{w_0, \dots, w_v\}$  — множество регулируемых весов ( $m \geq n$ );  $H_x = \{h_{x1}, \dots, h_{xq}\}$  — множество скрытых (hidden) входных параметров, соответствующих информационным гранулам на входах;  $H_y = \{h_{y1}, \dots, h_{ye}\}$  — множество скрытых выходных параметров, соответствующих

информационным гранулам на выходах;  $S_c = (s_{c1}, \dots, s_{cn})$  — множество связей скрытых входных и выходных информационных гранул, определяющих цепочку преобразований гранул при активизации этой связи;  $BF = (bf_1, \dots, bf_k)$  — множество базисных функций активаторных элементов клетки;  $y_c$  — выходной параметр клетки.

Такая информационная модель поддерживается структурно-функциональной моделью клетки (см. рисунок 2):

$$C = \text{insf}(IG, A(a_1, \dots, a_N, S_c, W_c), DG, T_c), \quad (4)$$

где  $IG$  — информационный гранулятор, формирующий множество  $H_x$ ;  $A(\dots)$  — активатор, состоящий из множества активаторных элементов  $a_i$ ,  $i=1, \dots, N$ , выполняющих преобразования скрытых информационных параметров и формировании множества  $H_y$  в соответствии со связями  $S_c$  и весами  $W_c$ ;  $DG$  — дегранулятор, формирующий выходной параметр;  $T_c$  — настройщик, формирующий множество связей  $S_c$  и весов  $W_c$  при настройке клетки на отображение  $X_c \rightarrow y_c$ , аппроксимирующее функцию  $y_c = F(X_c)$ ;  $\text{insf}$  — отношение включения структурно-функциональных компонент.

Клетка является самостоятельным универсальным преобразователем информации, имеющим  $p$  входов и один выход. Она соответствует в модельном плане биологическому нейрону с его сетью синапсов, через которые организуются связи с другими нейронами, а также медиаторными регулируемыми средствами. Преобразующие возможности клетки определяются набором базисных функций активаторных элементов и системой связей, образующих внутренние цепочки преобразований. Отображение  $X \rightarrow y$  в клетке можно представить как цепочку отображений:

$$X \rightarrow y: (W_x, X) \rightarrow (Be, H_x) \rightarrow (W_h, S_c, BF_c) \rightarrow (Af, H_y) \rightarrow (w_y, y), \quad (5)$$

где множество входных параметров  $X$  представляется вектором с функционально определенными компонентами:  $x_0$  — пороговый параметр,  $(x_1, \dots, x_n)$  — сигнальные параметры (стимул клетки);  $(W_x, X)$  — взвешивающее преобразование входного вектора  $X$  по вектору  $W_x$ ;  $(Be, H_x)$  — преобразование перед активизацией ( $Be$  — Before), в результате которого получается множество параметров  $H_x$  (грануляция и вычисление скрытых параметров: атрибутов и значений атрибутов);  $(W_h, S_c, BF_c)$  — внутреннее преобразование, регулируемое весами  $W_h$  и связями

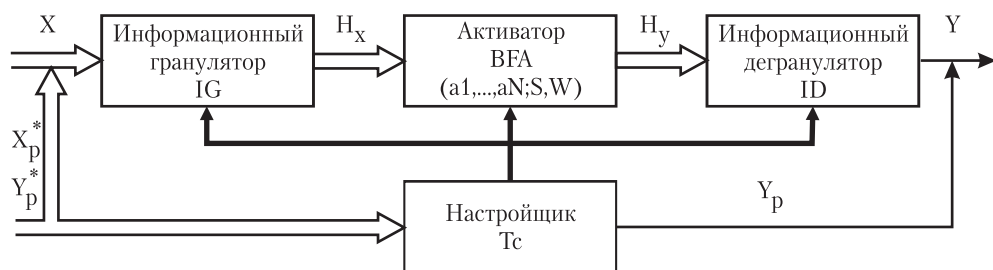


Рис. 2. Структурная модель клетки

$S_c$  и определяемое базисными активаторными функциями  $BF_c$ ;  $(Af, H_y)$  — преобразование после активизации ( $Af$  — After), в результате которого получается множество параметров  $H_y$  (дегрануляция и вычисление скрытых параметров).  $(w_y, y)$  — взвешивающее преобразование выходного параметра по вектору при его ветвлении и смешивании с выходными параметрами других клеток.

Заметим, что взвешивающие преобразования используют наборы регулируемых весов, входящие в множество  $W_c = (W_x, W_h, w_y)$ .

Клетка при обработке входной информации отображает ее в выходной параметр с помощью базисных функций  $BF_c$ . Эти функции определяют вид преобразований гранул переменных, поступающих на входы активных элементов. В активаторе клетки активные элементы связаны в цепочки и образуют ассоциативную сеть, реализующую отображение информации от входов к выходу клетки. Полный набор базисных функций  $BF_c$  включает: логическое агрегатирование путем пересечения или объединения; инверсию и взвешивание в разных вариантах, определяемых типами переменных и гранул: четкие переменные и интервальные гранулы, нечеткие переменные и гранулы — нечеткие множества, вероятностные переменные и гранулы — вероятностные множества.

*Ядро* содержит «склеенные» клетки. Информационная модель ядра может быть формально представлена набором соотношений (2), где  $X = (X_1 \vee X_2 \vee X_M)$  представляет собой «склеенное» множество входов клеток, входящих в ядро;  $W_N, H_x, H_y$  — множества весов и скрытых параметров ядра;  $S_N$  — множество связей ядра, объединяющее связи клеток;  $BF$  — набор базисных функций активаторных элементов, одинаковый для всех клеток; скалярный выход  $y$  заменен на векторный  $Y$  — объединенное множество выходных параметров ядра.

Объединение клеток может быть полным, когда ядро имеет единый гранулятор, активатор, дегранулятор и настройщик, т.е.:

$$N = \text{insf}(IG_N, A_N, DG_N, T_N). \quad (6)$$

В какой-то мере ядро с частичным объединением клеток можно считать однослойной сетью клеток с входами, параллельно подведенными к каждой клетке (от каждого входа к каждой клетке). Такое представление ядра используется в нейроинформатике для конструирования слоистых и модульных нейросетей. В данной работе оно использовано для моделирования биологических ядер, реализующих поведенческие функции, с несколькими связанными параметрами, зависящими от ряда общих аргументов, т.е.:

$$Y = F(X) \text{ или } y_j = f_j(x_1, \dots, x_N); j=1, \dots, N. \quad (7)$$

Образ рассматривается как главный информационный элемент, который формируется как вектор со связанными координатами. Преобразование образов является основным операционным компонентом при реализации процессов в когнитивных и актуаторных структурах. Такие преобразования выполняются в структурных компонентах, таких как локальные или распределенные сети.

*Локальная сеть* (LN — Local Network) содержит связанные клетки и ядра; она рассматривается как самостоятельный модуль обработки образов.

Информационная модель локальной сети может быть представлена набором множеств:

$$M = \{P_X(X, C_X), W_{LN}, S_{LN}, P_Y(Y, C_Y)\}, \quad (8)$$

где  $X$  и  $C_X$  — вектор образа  $P_X$  и связи между его координатами, т.е. множество входных параметров и связи между ними, определяющие входной (преобразуемый сетью) образ  $P_X$ ;  $W_{LN}$  — множество регулируемых весов связей между клетками и ядрами, входящими в локальную сеть;  $S_{LN}$  — множество связей клеток и ядер, входящих в локальную сеть;  $Y$  и  $C_Y$  — вектор образа  $P_Y$  и связи между его координатами, т.е. множество выходных параметров и связей между ними, определяющих выходной (преобразованный сетью) образ  $P_Y$ .

Структурная модель локальной сети имеет вид:

$$LN = (C_i, \dots, C_Q; N_j, \dots, N_K, L_{LN}), \quad (9)$$

где  $C_i$  и  $N_j$  —  $i$ -я клетка и  $j$ -е ядро локальной сети;  $L_{LN}$  — обучатель (Learner), формирующий множество весов связей  $W_{LN}$  элементов сети.

Наличие разноуровневых компонентов (клеток и ядер) в локальной сети позволяет строить достаточно сложные преобразующие структуры с полносвязной и слоистой организацией. Локальные сети с полносвязной организацией используются для ассоциативного запоминания образов, подобно описанным в литературе рекуррентным нейросетям с обратными связями. Локальные сети со слоистой организацией предназначены для классификации образов или аппроксимации заданных преобразований образов.

*Распределенные сети* имеют кустовую организацию. Они включают несколько подсетей (кустов), между которыми имеют место слабые (одинарные) связи. Кусты строятся как локальные сети, обрабатывающие образы в соответствии с компонентными функциями процессов в системе. Так могут реализовываться процессы, определяющие сложное поведение системы.

Распределенные сети могут преобразовывать образы замкнуто: образы, проходящие через кусты, возвращаются, преобразованные, опять на первый куст. Динамический процесс преобразования образов в распределенной сети определяется цепочкой отображений:

$$P_{X/t_1} \rightarrow F_{ki}(P_X, P_{Z1}) \rightarrow \dots \rightarrow F(P_X, P_{Zq}) \rightarrow P_{Y/t_1} \rightarrow (OY) \rightarrow P_{S/t_2} \rightarrow P_{X/t_2}, \quad (10)$$

где  $t_1$  и  $t_2$  — моменты времени, соответствующие 1-му и 2-му циклам преобразований;  $F_{ki}$  — отображенные образы в  $i$ -ом кусте;  $P_S$  — образ состояния объекта управления;  $P_X, P_Y, P_Z$  — входной, выходной и внешний образы распределенной сети. При этом имеют место слабые связи между кустами, определяемые малыми весами  $w_{i,i+1}$ . Такая организация сетей позволяет учесть влияние на процесс управления дополнительных факторов, изменяющих это управление через вводимые в кусты внешние образы  $P_Z$ .

### ***Автоматическое формирование когнитивных функций и процессов.***

Представление функций в форме ассоциативных отображений предполагает использование для их формирования параметрического или структурного обучения. В первом случае при обучении изменяются только параметры фиксированных связей узловых элементов отображений, а во втором — сами связи, а значит, структура отображения.

Для разных вариантов обучаемых модулей, построенных для работы с когнитивными и эффекторными функциями, могут быть использованы различные методы обучения и самообучения. Наилучшие результаты на практике дает применение модулей с нечетко-нейронным базисом и локальным обучением. Однако такие модули расходуют много памяти и могут использоваться в основном для обучения в процессе работы и кратковременного хранения функций. Длительное хранение функций более выгодно с использованием модулей нейронного типа, поскольку для этого требуется значительно меньше памяти. Однако время обучения в таких модулях значительно больше.

Представление процессов в виде цепочек функций также предполагает обучение. В качестве основного метода здесь используется обучение с подкреплением (Reinforcement learning — RL). RL относится к целенаправленному обучению через взаимодействие со средой. Производится обучение тому, что делать, т.е. как отобразить ситуацию в действие, чтобы максимизировать числовой сигнал поощрения от среды. Две характеристики: поиск путем «проб и ошибок» и учет задержанного поощрения, отличают RL от других подходов. Любой метод, который пригоден для решения этой проблемы, может быть назван RL-методом. Полное определение проблемы RL в настоящее время дается в терминах оптимального управления и марковских процессов решений. В нашем случае обучение производится по эпизодам процесса, которые оцениваются специальной функцией с поощрением лучших эпизодов.

#### 4. ГУМАНОИДНЫЕ РОБОТЫ

Многочисленные попытки разработки *антропоморфных роботов* (андроидов), которые были названы так за внешнее сходство с человеком, позволили разработать основные положения теории ходьбы механизмов на двух ногах. Однако успехи в практической реализации таких роботов были очень незначительными. В последующие годы происходило постоянное совершенствование как конструкций двуногих шагающих роботов, так и их систем управления. Наконец, в начале XXI в. благодаря последним технологическим достижениям мехатроники, микроэлектроники и разработкам в области интеллектуального управления роботами были созданы первые *гуманоидные роботы*. Именно так стали теперь называть автономные шагающие человекоподобные роботы нового поколения. Создание этих роботов ознаменовало серьезный успех искусственного интеллекта и робототехники, знаменующий начало эры полноценных помощников человека, похожих на него не только по форме, но и по поведению.

Появление первых коммерческих роботов гуманоидного класса вызвало широкий интерес во всем мире. О создании гуманоидных роботов (ГР) объявили сразу несколько ведущих японских фирм и лабораторий: Honda — P3, Asimo; Sony — SDR-3 и 4; Fujitsu — HOAP-1; JSC Laboratory — H-7. Эти результаты являются следствием большого интереса и мощной поддержки таких работ со стороны правительства и ведущих фирм Японии. Так, фирма Honda финансирует и ведет работы по ГР начиная с 1983 г. Роботы P3 и Asimo представляют



третье поколение ГР фирмы. До них лаборатории фирмы разработали более 10-ти прототипов, начиная от двуногих платформ и кончая полностью автономными человекообразными роботами нормального и среднего роста (P3 имеет рост 180 см, Asimo — 120 см). Фирма Sony разработала пока лучший в мире вариант малого ГР (SDR-4 имеет рост 53 см). Этот робот — результат многолетней совместной работы с Институтом Гуманоидных роботов (HRI) университета Waseda с привлечением ведущих ученых и робототехников мира. Робот SDR-4, который предполагается выпускать серийно, может делать практически полный набор человеческих движений и имеет достаточно сложное поведение, позволяющее ему общаться с людьми и выполнять простые работы. Система очувствления и управления позволяет этому роботу распознавать лица и голоса людей, выполнять простые задания в известной ему среде, а также обмениваться сообщениями с людьми или другими ГР.

Первыми применениями ГР будут: уход за больными, выполнение домашних работ, подвижные игры, обслуживание в общественных местах. В дальнейшем не исключено их применение для ведения боевых операций, борьбы с террористами, охраны и т.д. Созданная в 1997 г. федерация RoboCup, организующая научные симпозиумы и соревнования на Кубок роботов, провозгласила своей главной целью создание к 2050 г. команды ГР, которые смогли бы обыграть в футбол команду чемпионов-людей. Ученые и инженеры верят в успех этого фантастического проекта. Однако для этого потребуются огромные усилия по дальнейшему развитию конструкции и средств управления движением и поведением роботов в реальной среде во взаимодействии с другими роботами или людьми.

ГР отличаются от традиционных мобильных роботов большим числом (до 36-ти и более) связанных степеней подвижности, которыми необходимо управлять координированно для хождения на двух ногах и манипуляций двумя руками. Для реализации сложного поведения система управления ГР должна иметь систему очувствления, интегрирующую системы видения, акустики, тактильного и силомоментного очувствления, внутреннего состояния робота и др., и специальные модули слияния сенсорной информации и формирования внутренней и внешней моделей робота (модели состояния и модели мира) для использования на всех уровнях. Нижний уровень должен обеспечивать непосредственное управление актуаторами (эффе́кторами) ГР (многочисленными приводами степеней подвижности) с использованием функций инверсной кинематики. Следующий по рангу уровень системы должен осуществлять координированное управление частями тела ГР (торсом, руками, ногами и головой) при выполнении заданных движений с использованием функций кинематической координации (например, через заученные позы). На третьем уровне необходимо реализовать элементы интеллектуального поведения ГР (видение сцены, походки разного типа, маневры, работы с неживыми объектами, отработка сложных команд и программ движения и манипулирования) с использованием заготовленного набора функций индивидуального поведения. Для организации взаимодействия ГР с другими ГР или человеком и целенаправленного безопасного функционирования в среде людей в системе управления должен быть еще один уровень (а может быть, и не один), обеспечивающий выбор и реализацию



подходящих к ситуации функций взаимодействия, т.е. функций, необходимых для координации совместной работы.

Сложность поведения ГР приводит к необходимости поиска нетрадиционных путей построения их систем управления. Один из таких путей состоит в использовании описанного ранее когнитивного подхода. Создание систем управления ГР с использованием *когнитивных средств* позволяет значительно усилить интеллектуальные возможности роботов (Станкевич, 2001). В данной работе предполагается, что на базе когнитивных средств могут быть созданы когнитивные системы и агенты, которые позволят обеспечить сложное, близкое к человеческому, поведение современных ГР. Это особенно важно при использовании ГР в среде людей или подобных же роботов. Принципиально, чтобы поведение таких ГР было подобно человеческому. Один из путей достижения этой цели — создание *цифровой нервной системы* (ЦНС), подобной по своим функциям и проявлениям нервной системе человека (Станкевич, 2002).

Рассмотрим основные моменты, связанные построением с ЦНС для ГР. Структурно в ЦНС можно выделить несколько систем, названных по аналогии системами биологического прототипа (рисунок 3). Предполагается, что ЦНС может быть реализована на базе бортовой компьютерной сети ГР. Часть аппаратных и программных средств может быть выделена на *Центральные* и *Периферийные сенсомоторные* системы со своими наборами когнитивных и эффекторных структур соответственно. Бортовая компьютерная сеть ГР может иметь выход во внешние сети, в том числе и Интернет. Поскольку возможно проникновение компьютерных вирусов, имеет смысл говорить и об *Иммунной* системе, защищающей от них бортовую сеть и следящей за нормальным функционированием компонент. ГР является автономной машиной с собственным источником энергии, которым тоже надо управлять, поэтому дополнительно требуется *Энергетическая* система. ИНС предполагается создавать на базе некоторого универсального набора аппаратных и программных средств, моделирующих клеточные структуры нервной

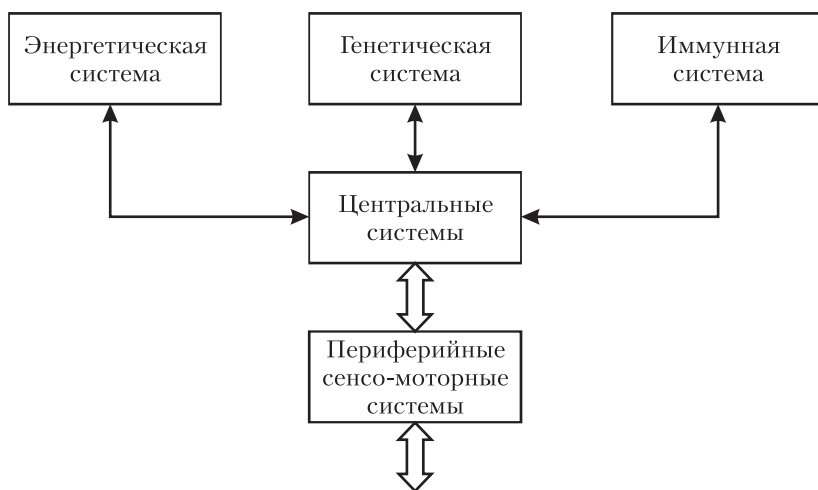


Рис. 3. Структура цифровой нервной системы

системы. Для специализации и обучения этих средств функциям восприятия, действия и защиты нужна *Генетическая* система, использующая определенным образом сформированную и обновляемую генетическую информацию и процедуры самоорганизации ЦНС.

Генетическая система должна содержать в себе информацию и процедуры, необходимые для самоорганизации ЦНС. Она призвана обеспечить эволюцию ЦНС при изменяющихся условиях и целевых установках робота. При «рождении» ЦНС используется «генетическая» информация о структуре системы, связях компонент и процедурах, определяющих функционирование. Исходно, в начале эволюционного цикла, в ГР формируются Центральные, Периферийные, Энергетическая и Иммунная компонентные системы ЦНС и определяется базовый набор внутренних агентов и их функций с фиксированными связями для их взаимодействия. Может быть определен и внутренний мета-агент, улучшающий координацию компонентных систем ЦНС, но в принципе внутренние агенты должны уметь функционировать и без него. Внутренние агенты строятся на цепочках модулей, способных обучаться в реальном времени. В этих модулях могут быть записаны целевые установки и ограничения, а также некоторые базисные знания. Далее, в процессе работы системы, эти знания могут пополняться в режиме доучивания. В процессе эволюции системы модули могут клонироваться и обучаться, если требуется решение новых задач или расширяется набор функций.

Представляется возможным создание ЦНС для ГР на базе описанных здесь когнитивных средств, формализованных когнитивных методов и многоагентной технологии. Предполагается, что ЦНС для ГР строится как многоагентная когнитивная система, где каждый внутренний агент, созданный с применением нейрологических средств, отвечает за свой набор поведенческих функций, получает информацию от своих собственных или общих сенсоров, формирует сигналы управления своими или общими актуаторами и взаимодействует с другими внутренними агентами системы для организации рационального поведения робота в реальной среде. Такая многоагентная когнитивная система, согласно принципам нервно-системной организации, должна иметь иерархическую структуру с перекрывающимися функциональными компонентами, с помощью которых организуется работа внутренних агентов, реализующих индивидуальное или коллективное поведение робота. В случае коллективной работы ЦНС, управляющая ГР должна функционировать как агент глобальной многоагентной системы, определяющей функционирование группы ГР. Для этого данный агент-ЦНС должен иметь средства для коммуникаций с агентами-ЦНС, управляющими другими роботами, при выполнении работ в коллективе.

Построенная на когнитивных компонентах многоагентная система может быть настроена на требуемые формы поведения путем обучения каждого внутреннего агента генетически определенному для него набору когнитивных и эффекторных функций, из которых формируются когнитивно-эффекторные процессы. Их объединение может рассматриваться как внутренний агент. Обмен информацией и взаимодействие внутренних агентов производится через специальные когнитивные компоненты, которые адаптируются к нужному взаимодействию при пробном решении задач. Мета-агент также адаптируется, меняя приоритеты задач и организуя обработку «внимания».

Такая система может выполнять роль ЦНС, поскольку она полнофункциональна и обладает универсальностью, т.е. может быть пригодна для роботов любого назначения. На современном этапе развития робототехники такие системы призваны обеспечить рациональное поведение робота в среде себе подобных (без человека в искусственной или реальной жизни) или в человеческой среде (с человеком в реальной жизни).

## 5. ПЕРСПЕКТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГУМАНОИДНОГО РОБОТА

Первый в России робот гуманоидного класса был разработан в рамках проекта АРНЭ (Антропоморфный робот организации Новая ЭРА) в Санкт-Петербурге. Проект был завершен в июле 2003 г. созданием робота АРНЭ-02 с 28-ю степенями подвижности, высотой 123 см и весом 53 кг. Базовая (актуаторная) часть системы управления реализована на бортовой сети микроконтроллеров. Дополнительные возможности управления (взаимодействие с оператором и функционирование в реальной среде с людьми) обеспечивается интеллектуальной частью системы, реализованной на удаленном компьютере. Эта удаленная часть системы принимает по радиоканалу сигналы от цветной телекамеры и микрофона, установленных на роботе. Видеосигнал обрабатывается с целью распознавания и локализации цветных маркерных знаков, установленных на рабочей сцене, и некоторых объектов простой формы. Эта информация используется для управления перемещениями робота и манипуляциями с объектами. Акустический сигнал обрабатывается с целью распознавания простых голосовых команд оператора. Имеется также возможность синтеза голосовых сообщений, которые «проговаривает» робот. К сожалению, работа над этим проектом была прервана в середине 2004 г.

В настоящее время часть коллектива разработчиков робота АРНЭ работает над перспективным вариантом интеллектуальной системы управления под условным названием «Умная Голова (Smart Head)», которая может быть использована как интеллектуальная система управления ГР или другими автономными мобильными аппаратами (беспилотными самолетами, торпедами, ракетами и пр.). Этот вариант является попыткой реализации системы управления для ГР по типу ЦНС на базе когнитивного подхода и многоагентной технологии.

*Когнитивные средства* включают модули, специально созданные для работы с когнитивными и эффекторными функциями, построенные с использованием нечетко-нейронных моделей: проекционной, сеточной и кластерной. Нейрологические модули оказались удобны для формирования когнитивных и эффекторных функций путем обучения в реальном времени и кратковременного хранения при их частом использовании. Для долговременного хранения большого числа разных функций более удачным решением является «перекачка» информации в компактные структуры нейронных сетей. Реализация когнитивных и эффекторных процессов требует формирования соответствующих

структур на цепочках нейрологических или нейронных компонент в решающей части системы (своеобразной рабочей памяти).

Для восприятия зрительной информации о среде разрабатывается *система бинокулярного зрения* со следующим предполагаемым набором когнитивных функций и процессов: (1) выделение и сегментация полутонных объектов; (2) обучение и распознавание полутонных объектов произвольной формы (роботов, машин, людей и пр.); (3) вычисление координат в трехмерном пространстве сцены методом триангуляции; (4) распознавание сцены (набора объектов и локализации их на сцене); (5) распознавание лиц (до 10-ти на сцене); (6) распознавание артикуляции губ и лица; (7) распознавание жестов-команд; (8) распознавание и запоминание примитивных движений; (9) слежение за выделенными объектами; (10) слежение за изменениями на сцене (движение объектов, их появление и исчезновение и т.д.).

Для восприятия акустической информации о среде разрабатывается *система многоканального слуха* со следующим предполагаемым набором функций: (1) распознавание командных предложений и содержания команд; (2) распознавание слитно произносимых предложений; (3) синтаксический и семантический анализ предложений; (4) формирование семантической базы знаний при обработке речевых сообщений; (5) устранение влияний акустических помех с выделением источника полезного сигнала; (6) распознавание голосов (до 10-ти в помещении); (7) ориентация на источник знакомой речи.

Для восприятия внешних силовых воздействий разрабатывается *система тактильного и силового оцувствления* со следующими функциями: (1) определение формы объекта при оцувпывании вслепую; (2) определение места и величины силового воздействия. Для пространственного восприятия разрабатывается *система пространственного положения* со следующими предполагаемыми функциями: (1) получение вертикали в поле сил тяжести; (2) определение динамических возмущений; (3) определение курса; (4) определение динамических возмущений при заданном курсе; (5) определение ориентации в заданном трехмерном пространстве (курса и угловых отклонений тела); (6) определение динамических возмущений при заданной ориентации.

Для речевого общения робота с людьми и роботами разрабатывается *система генерации речевых сообщений* со следующими предполагаемыми функциями: (1) генерация сообщений из памяти в ответ на команды (ответчик); (2) проговаривание текстовой информации (диктор); (3) синтез сообщений в диалоге (собеседник).

Для управления роботом, функционирующим в контакте с другими роботами или людьми, разрабатывается *система управления индивидуальным и коллективным поведением* со следующими функциями: (1) генерация плана действий в соответствии с заданием; (2) создание в режиме обучения собственной модели на основе интегрированной информации от датчиков и систем оцувствления; (3) обучение работе в соответствии со сформированной моделью; (4) создание в режиме обучения модели среды (сцены) на основе интегрированной информации от системы бинокулярного зрения и тактильного оцувствления; (5) навигация с использованием построенной модели среды; (6) управление поведением при исполнении плана целенаправленных действий

робота; (7) обучение действиям, основанное на наблюдении за подобными действиями; (8) обучение навыкам выполнения специальных действий (например, игре с мячом); (9) координация действий при выполнении работ в группе роботов; (10) координация действий при контактах с людьми; (11) обучение взаимодействию при работе в группе роботов; (12) обучение взаимодействию с человеком; (13) обучение взаимодействию в игре (предполагается использование робота в играх на Кубок Роботов — RoboCup).

*Многоагентная технология* позволяет строить систему управления роботом как набор внутренних (виртуальных) агентов, каждый из которых обеспечивает свой набор поведенческих реакций, а совместная работа агентов позволяет реализовать рациональное поведение робота в текущей ситуации (Weiss, 1999), (Станкевич, 2000).

Используя такой подход, предполагается выделить следующие внутренние (виртуальные) *агенты* системы: (1) агент «Слышу–Говорю», реализующий акустическое взаимодействие с объектами среды (акустическое восприятие и голосовое общение с людьми или другими роботами); (2) агент «Вижу–Слышу–Говорю», реализующий зрительно-акустическое взаимодействие с объектами среды (зрительное и акустическое восприятие и общение); (3) агент «Вижу–Перемещаюсь», реализующий зрительное восприятие и целенаправленные перемещения среди объектов среды; (4) агент «Вижу–Манипулирую», реализующий зрительное восприятие и целенаправленные манипуляции объектами среды; (5) агент «Слышу–Вижу–Координирую», реализующий зрительно-акустическое восприятие и координированное поведение при работе в группе роботов; (6) агент «Безопасно–Контактирую», реализующий контроль безопасности и коррекции действий в опасных ситуациях при взаимодействии с людьми; (7) агент «Слышу–Вижу–Учусь», реализующий зрительно-акустическое восприятие и обучение поведению в разных режимах.

В таком варианте выбор поведения робота в текущей ситуации обеспечивается в процессе кооперации или соревнования внутренних агентов системы, которые одновременно активизируются и готовы формировать свое поведение. Взаимодействие агентов достигается за счет обучения специальных координирующих когнитивных структур.

Рассмотренные концепции легли в основу разработки программной среды для конструирования и моделирования систем управления с когнитивными агентами, реализующими поведенческие функции на сети когнитивных модулей. После моделирования предполагается использовать эту программную среду для создания когнитивных и эффекторных структур, а также когнитивных агентов в целом в рамках разработки описанной здесь перспективной системы управления ГР.

## 6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ тенденций развития гуманоидных роботов и опыт разработки робота типа АРНЭ показали необходимость использования когнитивных средств, позволяющих накапливать знания для формирования сложного

поведения роботов в среде себе подобных роботов и людей. Как пример использования когнитивных средств на верхних уровнях системы управления реализован синтез некоторых когнитивных структур и их моделирование при управлении перспективными вариантами ГР. Когнитивные структуры позволяют организовать работу ряда внутренних агентов системы, обеспечивающих защиту от отказов, управление энергетикой, а также выполнение целевых задач (например, навигацию в среде с препятствиями, игру с мячом, собирание объектов пр.).

Поведение роботов гуманоидного класса отрабатывается и исследуется при моделировании управления роботами-футболистами. На основе этих исследований разрабатывается программное обеспечение роботов типа АРНЭ, позволяющее им играть в футбол в команде себе подобных и выступать в гуманоидной лиге RoboCup. Игровое применение такого робота позволит отработать управление сложными движениями и поведением в группе, что необходимо для его нормального использования в реальной среде с участием людей или других роботов.

Исследования возможностей использования когнитивных средств в системах управления автономными роботами, предназначенными для работы в экстремальных условиях, а также беспилотными летательными аппаратами также показали их высокую эффективность.

## ЛИТЕРАТУРА

- Гергей Т.* Когнитивные системы — потребность информационного общества и вызов компьютерным наукам // 9-я Национальная конференция по искусственному интеллекту КИИ-2004 (18 сентября — 2 октября 2004 г., Тверь). Труды конференции в 3-х томах. Т. 1, М.: Физматгиз, 2004. С. 3–10.
- Станкевич Л.А.* Когнитивные нейробиологические системы управления // Проблемы нейрокибернетики (Материалы XII Международной конференции по нейрокибернетике, Ростов-на-Дону, октябрь 1999). Ростов-на-Дону, 1999. С. 161–164.
- Станкевич Л.А.* Многоагентные когнитивные нейробиологические системы управления // IV Всероссийская конференция «Нейрокомпьютеры и их применение», НКП2000 (Москва, 16–18 февраля 2000 г.). М., 2000. С. 87–95.
- Станкевич Л.А.* Когнитивная робототехника // Материалы XII НТК «Экстремальная робототехника». СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2002. С. 110–118.
- Станкевич Л.А.* Искусственная нервная система гуманоидного робота // Труды Юбилейной международной конференции по нейрокибернетике (Ростов-на-Дону, 25–28 сентября 2002 г.). Ростов-на-Дону, 2002. С. 44–47.
- Станкевич Л.А.* Когнитивные концепции и их применение в технических интеллектуальных системах // Первая Всероссийская конференция «Когнитивная наука-2004» (Казань, 9–12 октября, 2004 г.). Казань, 2004.
- Шеперд Г.* Нейробиология. Т. 1. М.: Мир, 1987.
- Weiss G. (Ed.).* Multiagent Systems. A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence. The MIT Press, Cambridge, MA, London, UK, 1999.
- Zadeh L.* Towards a Theory of Fuzzy Information Granulations its Centrality to Human Reasoning and Fuzzy Logic // Fuzzy Set and Systems. 1997. Vol. 90. С. 112–127.

# ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ИНЖИНИРИНГ: ОТ ИСТОРИИ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ФОРМИРОВАНИЮ ПРИКЛАДНЫХ ОНТОЛОГИЙ\*

*Т.А. Гаврилова*

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Необходимость формирования концептуальных «прозрачных» представлений в слабоструктурированных предметных областях возрастает. Это связано с информационным бумом и лавинообразным ростом «пустой» или зашумленной информации. Для решения этой проблемы создаются технологии Semantic Web (Бернерс-Ли, 2001) с акцентом на смысловые структуры. Сегодня ведущей парадигмой структурирования информационного контента остаются онтологии, или иерархические концептуальные структуры, которые формируются аналитиком на основе изучения и структурирования потоков информации, документов, протоколов извлеченных знаний и других источников (Gruber, 1993; Попов, 2000; Гаврилова, Хорошевский, 2001; Гаврилова, 2004). С методической точки зрения это один из наиболее «систематических» и наглядных способов. Онтологический инжиниринг (ОИ) развивает основные положения инженерии знаний — науки о моделях и методах извлечения, структурирования и формализации знаний. Инженерия знаний — это ветвь науки об искусственном интеллекте, в то время как ОИ сегодня охватывает более широкий круг приложений — от систем управления знаниями до дистанционного обучения.

---

\* Работа поддержана грантом РФФИ.



## 2. ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Онтология, или концептуальная модель предметной области, состоит из иерархии понятий предметной области, связей между ними и законов, которые действуют в рамках этой модели.

В одной из работ (Гаврилова, 2004) нами была предложена систематизация современных представлений и исследований в области онтологий. Рисунок 1 иллюстрирует и развивает основные принципы возможных классификаций онтологий:

- По типу отношений:
  - таксономия — ведущее отношение «принадлежит к классу» («a kind-of» («is-a»));
  - партономия — ведущее отношение «имеет частью» («состоит», «has part»);
  - генеалогия — ведущее отношение «отец-сын» («потомок-предшественник»);
  - атрибутивные структуры;
  - причинно-следственные — ведущее отношение «if-then»;
  - смешанные онтологии — онтологии с другими типами отношений.
- По владельцу или пользователю:
  - индивидуальные (личные);
  - групповые (коллективные):
    - принадлежат стране;
    - принадлежат сообществу (напр. научному);
    - принадлежат компании или предприятию;
  - общие (всеобщие).
- По языку описания:
  - неформальные;
  - формализованные;
  - формальные — на языках RDFS, OWL, DAML+OIL и др.
- По области применения:
  - наука;
  - промышленность;
  - образование и др.
- По цели разработки:
  - для обучения;
  - для исследований;
  - для менеджмента;
  - для обмена знаниями;
  - для электронного бизнеса.
- По типу включаемых объектов:
  - физические, где объекты реальны;
  - абстрактные, включающие искусственно созданные концепты.
- По глубине проработки (Mizogushi, Bourdeau, 2000), согласно которой все онтологии делятся на:
  - «весомые» онтологии (Heavy-weighted), содержащие аксиомы;
  - «легкие» (Light-weighted), их не содержащие.

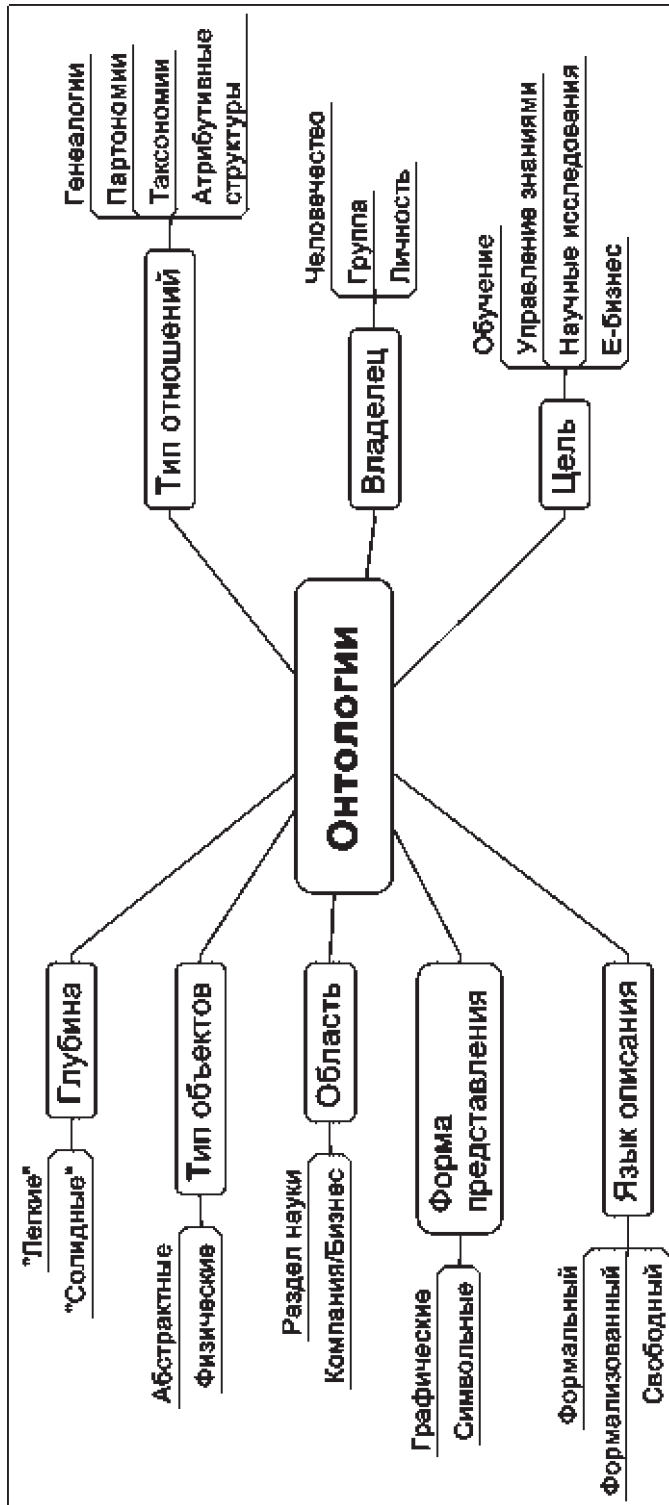


Рис. 1. Классификации онтологий

Иначе:  $O = \{C, R, A\}$  — весомые онтологии,

$O = \{C, R\}$  — легкие онтологии,

где  $O$  — онтология,  $C$  — совокупность концептов предметной области,  $R$  — совокупность отношений между ними,  $A$  — набор аксиом (законов и правил, которые описывают, как законы и принципы существования концептов).

Около 80% разработанных онтологий относятся к «легким».

Пополнять и изменять эту схему можно и далее, так как взгляды исследователей эволюционируют, и период «бума» онтологий продолжается уже более 5 лет.

### 3. Люди, создавшие онтологический инжиниринг

Историю делают люди, для истории науки это клише, действительно, актуально. Первым, кто перенес термин онтологии из философского контекста в терминологию информатики, был Том Грубер (Gruber, 1993) (Tom Gruber [<http://tomgruber.org/>]).

#### Том Грубер

В 1990-х годах Том Грубер был одним из первых, кто предложил использовать Web для представления и передачи знаний, а также удаленной совместной работы. Его проект, DARPA Knowledge Sharing Library, по сути, является открытой on-line библиотекой онтологий.

С 1988 и до 1994 г. Грубер работал в Стэнфордском университете, где основал Стэнфордскую Лабораторию систем, основанных на знаниях (Stanford Knowledge Systems Laboratory), которая первой создала Web-приложение, генерировавшее естественно-языковые ответы на вопросы.

Совместно с коллегами из Стэнфорда, Xerox PARC и SRI он спроектировал систему управления виртуальными рабочими местами с возможностью совместной работы.

Еще одним крупным проектом Грубера стал HyperMail, портал для хранения почтовых архивов, автоматически снабжаемых системой гиперссылок.

В 2005 г. Грубер начал работу над проектом RealTravel (<http://realtravel.com/>), порталом обмена информацией о разных точках земного шара. RealTravel, размещенный в Интернет, позволяет строить запросы, получать персонализированную информацию и размещать впечатления о совершенной поездке. Сервисами портала пользуются люди со всего мира. Том Грубер является автором и соавтором более 35 публикаций по вопросам инженерии знаний и онтологического инжиниринга

#### Никола Гуарино

Вторым (и по времени и по цитированию) «пионером» является Никола Гуарино (Nicola Guarino) — руководитель Лаборатории прикладной онтологии

(<http://www.loa-cnr.it/index.html>) института когнитивных наук и технологий города Тренто в Италии. Онтологическими подходами к инженерии знаний, а также концептуальным моделированием он занимается с 1991 г. В 1994 г. им был опубликован ряд работ, посвященных вопросам использования онтологий для решения прикладных задач в рамках разработки информационных систем. С публикациями Никола Гуарино и его коллег с 1997 и до 2007 г. можно ознакомиться на веб-сайте лаборатории (<http://www.loa-cnr.it>).

Гуарино возглавляет серию конференций FOIS (Formal Ontology in Information Systems), а также является главным редактором журнала «Applied Ontology» и помощником редактора международного журнала «International Journal of Human-Computer Studies».

Под руководством Гуарино в лаборатории вопросами онтологического инжиниринга занимаются около 15-ти исследователей, а также целая группа студентов. Основные направления их исследований:

- Фундаментальные онтологии и онтологический анализ (Foundational Ontologies and Ontological Analysis).
- Управление онтологиями (Ontology management).
- Онтологии, языки, познание (Ontology, Language, Cognition).
- Информационные системы на базе онтологий (Ontology-driven Information Systems).
- Онтологии предметной области (Domain Ontologies).

В основе разрабатываемых подходов лежит идея единства информатики (в смысле Computer Science), философии и лингвистики.

Исследовательская работа лаборатории подкреплена участием в ряде проектов:

- ALgebraic Tools IN Formal Ontology — работа, направленная на изучение возможностей использования алгебраических методов для спецификации онтологий, на разработку автоматизированных процедур трансляции эксплицитных онтологических спецификаций (т.е. логики первого порядка) в ограниченные прикладные формы представления знаний (т.е. описательную логику), и обратно.
- Interdisciplinary Laboratory on Interacting Knowledge Systems — проект, направленный на изучение аспектов обмена информацией между людьми и компьютерными системами.
- Modeling Security and Trust Relationships within Organizations — привлечение средств онтологического анализа, системного инжиниринга, моделирования для обнаружения ошибок и недостатков на этапе проектирования информационных систем.
- Shaping the future infrastructure for semantic applications (collaboration and exchange project) — масштабный проект, участниками которого стали 14 крупных исследовательских групп и лабораторий; направлен на разработку методологии и технологии онтологического инжиниринга.
- Knowledge-based technologies of enterprise integration (collaboration and exchange project) — применение онтологического подхода к интеграции корпоративной информации.

## Марк Эйзенштадт

В 1970 г. Марк Эйзенштадт (Marc Eisenstadt), окончив Вашингтонский университет, начал заниматься моделированием процессов принятия решения. Затем работал в университетах Калифорнии в Сан-Диего, Эдинбурге, принимал участие в разработке системы обучения по курсу «Искусственный интеллект» для студентов младших курсов. Возглавив кафедру искусственного интеллекта в 1986 г., он начал работу в области мультимедиа, телематики и систем, основанных на знаниях.

В 1995 г. он основал Knowledge Media Institute (KMi) в Великобритании, которым руководил до 2000 г. и ведущим научным сотрудником которого является до сих пор.

Профессор Эйзенштадт — участник многочисленных научных коллективов, семинаров, профессиональных сообществ (например, European Union Framework V Strategic Requirements Board, UK EPSRC Computing College Review Panel, Science Foundation Ireland ICT Advisory Group, United States Open University Board of Governance, ACM, AAAI, Cognitive Science Society, etc.), а также член редакционных коллегий журналов Artificial Intelligence Review, AI Communications, и The International Journal of Human-Computer Studies.

Он — создатель SOLO, языка программирования семантических сетей, изучаемого сейчас в Открытом Университете, в здании которого расположен основанный им институт KMi. Профессор Эйзенштадт является автором и соавтором некоторых курсов, читаемых в KMi и Открытом Университете.

Множество его публикаций посвящено различным сферам человеко-машинного взаимодействия, например, извлечению знаний, дистанционным технологиям и др.

Среди проектов Эйзенштадта:

- BuddySpace — портал, предоставляющий средства для коллективной работы, обмена информацией (включая графику, схемы, структуры), управления ходом работы во времени.
- MKSchools.Net — обучающий портал, позволяющий осуществлять беспроводной доступ к курсам.
- Knowledge Web book & site — книга и веб-сайт, посвященные вопросам передачи знаний через Web.
- KMi Stadium and Virtual Classrooms — дистанционное обучение по ряду курсов KMi.
- Meeting Agents — инструмент индивидуального планирования и составления расписаний.
- AI Tools: Novice/Expert Programming Environments — дистанционный курс обучения программированию.
- Psychology of Programming — исследования в области психологии программирования.

## Джеймс Хендлер

Джеймс Хендлер (James A. Hendler) (<http://www.cs.umd.edu/users/hendler/>) — профессор Университета Мэриленда, директор Joint Institute

for Knowledge Discovery в составе Университета. Профессор Хендлер — автор около 200 работ в области искусственного интеллекта, Semantic Web, агентно-ориентированного программирования и высокопроизводительных вычислений. Автор и соавтор нескольких книг, редактор более 20-ти книг в этих областях.

Один из изобретателей Semantic Web, в 1995 г. профессор Хендлер получил Fulbright Foundation Fellowship, также он является обладателем 11-ти других научных наград. Был членом US Air Force Science Advisory Board и является членом American Association for Artificial Intelligence.

- Knowledge Representation on the World-Wide Web – SHOE — расширение языка гипертекстовой разметки HTML, которое позволяет авторам ресурсов аннотировать страницы.
- Multi-modal Adventures for Group Interaction and Collaboration – MAGIC Lab и Personal Electronic Teller of Stories – PETS (collaboration with HCIL2) — инструмент, позволяющий писать сценарии и конструировать роботизированных персонажей-животных, проектировать эмоции и реализовывать эти сценарии. Работы над проектом велись в лаборатории Autonomous Mobile Robotics Laboratory – AMRL.
- Parallel Knowledge Representation – PARKA — инструмент визуализации знаний, представленных в виде фреймов.

## **Риичиро Мизогучи**

Риичиро Мизогучи (Riichiro Mizoguchi) — профессор института Institute of Scientific and Industrial Research Университета Осаки (<http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/main/index-en.html>). Исследования профессора Мизогучи лежат в области онтологического инжиниринга и моделирования знаний, систем, основанных на знаниях, построения интеллектуальных обучающих систем и Semantic Web.

В период с 1985 по 2006 г. он стал обладателем 7-ми научных наград. Риичиро руководит лабораторией Mizoguchi Lab., работа которой направлена на исследования важнейших аспектов онтологического инжиниринга. Профессор Мизогучи и его коллеги по лаборатории опубликовали множество работ, отражающих их исследовательскую деятельность с 1985 г. В лаборатории был создан редактор онтологий Hozo (<http://www.hozo.jp/>).

Кроме того, лабораторией ведется работа над целым рядом проектов:

- MEXT IT Program e-Science Project — разработка вспомогательной системы, надстройки для многомерной интеллектуальной системы.
- New Energy and Industrial Technology Development Organization — изучение нанотехнологий, разработка сервера для работы с онтологическими структурами.
- JSPS Grant-in-Aid for Scientific Research — разработка универсального рабочего места.

## Дитер Фенсель

В 1989 г. Дитер Фенсель (Dieter Fensel) (<http://www.fensel.com/>) окончил Технический университет Берлина со степенью магистра Computer Science. Докторская и пост-докторская деятельность Дитера Феселя проходила в Амстердаме. В 2002 г. профессор Фенсель получил должность в Institute for Computer Science, Leopold Franzens University of Innsbruck, Austria. В 2003 г. он стал научным руководителем Digital Enterprise Research Institute (DERI) в Государственном Ирландском университете, Galway, получив большой грант от Science Foundation Ireland (SFI), и в 2006 г. стал директором The Digital Enterprise Research Institute (DERI) в Leopold Franzens University of Innsbruck, Austria. Его исследовательские интересы лежат в области использования семантики в современных компьютерных технологиях.

Профессор Фенсель опубликовал более 200 работ в научных сборниках, журналах, изданиях, он соавтор нескольких книг, организовал более 200 симпозиумов и конференций. Является редактором ряда журналов, посвященных вопросам информатики. Дитер Фенсель принимал участие в таких проектах, как The IST projects ASG, Asia-Link Eastweb, COG, DIP, EASAIER, enIRaF, Esperonto, eSwan, h-TechSight, IBROW, InfraWebs, Knowledge Web, Multiple, MUSING, Ontoknowledge, Ontoweb и многих других.

## Личные впечатления

Автору этой статьи посчастливилось лично познакомиться с некоторыми из пионеров на Первой Европейской конференции по семантическому вебу, проходившей на Сардинии в 2001 г. (European Semantic Web Conference ESWC 2001). Наиболее сильные чувства, испытанные автором, сводятся к обиде за державу, которая никак не была представлена среди более чем 200 участников, и восторгу от красот Сардинии. Другие впечатления можно охарактеризовать как «белую зависть» в связи с хорошим уровнем представленных работ, здоровым засильем молодежи и существенными результатами.

Дитер Фенсель молод, красив, успешен и супер-активен. Хорошо танцует. Лидер европейского community в области ОИ.

Риичиро Мизогучи — европеизирован, прекрасно поет арии из опер, закрыт, серьезен и вдумчив. Повторно мы встречались на Европейской конференции «Искусственный интеллект в образовании» (Artificial Intelligence in Education — AI-ED'05) в Амстердаме, где вместе участвовали в семинаре «Применение технологий семантического веба в образовании» («Applications of Semantic Web Technologies for E-Learning» Workshop [SW-EL05]).

Джеймс Хендлер — по-американски открыт и прост; он пригласил меня в свою лабораторию посмотреть результаты. Выиграв стипендию Фулбрайта, я посетила его лабораторию в Университете Мэриленда около Вашингтона и убедилась, что в Америке наука, также как у нас, делается с помощью аспирантов, которые вскоре покидают стены alma mater, унося с собой полученные знания и технологии.

Никола Гуарино вполне демократичен, хотя уже стал живым классиком.



## 4. СТРУКТУРА ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ИНЖИНИРИНГА

Онтологический инжиниринг как теория и технологии разработки онтологий активно развивается (Mizogushi, Bourdeau, 2000; Gómez-Pérez, Fernández-López, Corcho, 2004). Обобщая накопленный опыт, можно предложить следующие разделы для представления ОИ (рисунок 2):

*А. Разработка онтологий:*

A.1. Извлечение знаний:

- ✓ Теоретические аспекты;
- ✓ Практические методы.

A.2. Структурирование знаний:

- ✓ Стратегии;
- ✓ Модели;
- ✓ Алгоритмы.

A.3. Формализация:

- ✓ Языки (RDFS, DAML+OIL, OWL и др.);
- ✓ Редакторы (см. таблицу 1);
- ✓ Системы (см. таблицу 1).

*В. Применение онтологий:*

B.1. СУЗ (Системы Управления Знаниями);

B.2. Дистанционное обучение;

B.3. Semantic Web.

Следует констатировать, что основные успехи достигнуты в областях A3 и A4 — т.е. технологии, в то время как методология (A1 и A2) находится в зачаточном состоянии. В последнее время стало очевидным, что для промышленной разработки СУЗ уже недостаточно наличия формализованных языков (RDF,

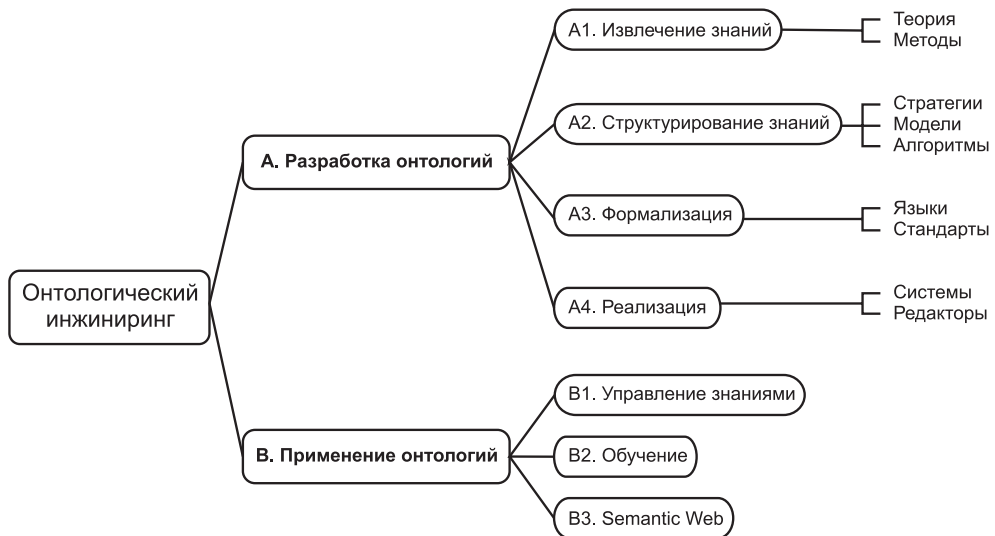


Рис. 2. Онтологический инжиниринг

RDFS, OWL и др.) и систем (PROTÉGÉ, APPOLLO, и др.), отвечающих на вопрос «КАК представить онтологию в сети?»

На рынке программных средств достаточно активно продвигаются более 50 редакторов онтологий и систем поддержки их жизненного цикла (см. таблицу 1).

Сравнительный анализ позволяет провести некоторую предварительную классификацию этих инструментов работы с онтологиями (рисунок 3):

А. Полнофункциональные

➤ Web-порталы

➤ Автономные

В. Графические редакторы

С. Специализированные

Таблица 1

➤ Apollo	➤ OLR3 Schema Editor
➤ CIRCA	➤ Domain Ontology Management Environment (DOME)
➤ Protégé-2000	➤ GALEN Case Environment (GCE)
➤ Coherence	➤ Integrated Ontology Development Environment
➤ Contextia	➤ OpenCyc
➤ DAG-Edit	➤ Knowledge Server
➤ Agent Shell	➤ OpenKnoMe
➤ COPORUM	➤ PC Pack 4
➤ OntoBuilder	➤ RDFedt
➤ Disciple Learning	➤ RDFAuthor
➤ DAMLImp (API)	➤ SymOntos
➤ WebOnto	➤ Ontolingua with Chimaera
➤ WebODE	➤ Ontology Builder & Server
➤ TOPKAT	➤ IsaViz
➤ WebKB	➤ LinkFactory
➤ JOE	➤ Ontopia
➤ Ontology Editor	➤ Knowledge Suite
➤ Workbench	➤ Ontosaurus
➤ Medius	➤ OntoTerm
➤ Visual Ontology Modeler	➤ EOR OntoEdit
➤ OntoBuilder	➤ KAON (including OIModeller)
➤ CoGITaNT Differential Ontology Editor (DOE)	➤ LegendBuster
➤ Visio for Enterprise Architects	➤ ICOM
➤ OilEd Enterprise Semantic Platform (ESP)	➤ Onto-Builder
➤ Ontology Directed Extraction (ODE) Tools	➤ SemTalk
➤ DUET	➤ Specware
➤ NeoClassic	➤ Taxonomy
➤ KBE Knowledge Base Editor	

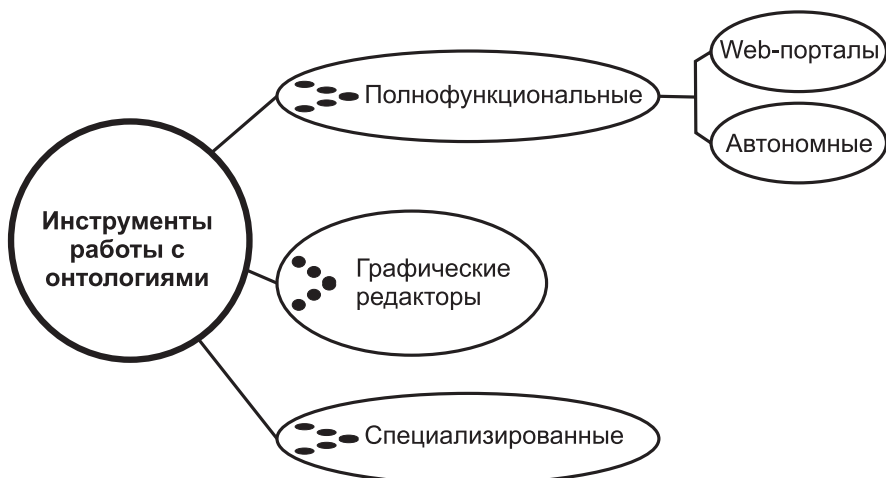


Рис. 3. Классификация систем работы с онтологиями

Кроме того, на начальной стадии разработки онтологий хорошо себя показали и системы класса «mind mapping», например:

- Inspiration 7.6
- Map it! 2003 (by Tony Buzan)
- MindMapper 4.2. Pro
- MindGenius Business 2005
- Visual Mind 7
- Mind Pad 1.1
- Mind manager
- The Brain

Так, для создания рисунков были использованы инструменты Visual Mind 7 и — MindGenius. Однако даже самые изощренные редакторы и инструменты не могут выполнить содержательный анализ предметной области и креативный синтез онтологических структур. Сегодня необходимы практические рекомендации и технологии в областях A1 и A2 для получения ответа на вопросы: «ЧТО отражают знания, представленные в онтологии?» и «КАК их наглядно отобразить?».

## 5. ФОРМИРОВАНИЕ ОНТОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ PROTÉGÉ

Protégé — это одна из наиболее популярных систем работы с онтологиями, созданная в Стэнфордском университете (США). По версии разработчиков системы Protégé, все понятия предметной области делятся на классы, подклассы и экземпляры. Экземпляры могут быть как у класса, так и у подкласса, описываются они фреймом (Минский, 1979).

Разработка онтологий для Protégé состоит из 5 шагов (Noy, 2004):

1. Выделение области (масштаба) онтологии, иначе — определение границ онтологии.
2. Определение классов.
3. Организация иерархии классов.
4. Формирование фреймов для описания классов, подклассов, экземпляров через определение слотов, т.е. свойств.
5. Определение значений.

Protégé предлагает нисходящую стратегию проектирования онтологий (сверху вниз). Существуют и восходящие стратегии. Возможно комбинирование стратегий.

Узлы-«братья» в онтологии должны находиться на одном уровне. «Братьев» должно быть не меньше двух и не больше двенадцати, иначе, по мнению разработчиков Protégé, необходимо выделить еще один подкласс.

Слот следует относить к самому высокому классу в иерархии.

Слоты делятся на:

- Внутренние (определяются внутренним свойством объекта — например, у фрейма «вино» — вкус).
- Внешние (определяются внешним свойством объекта — например, для «вина» — название).
- Части (например, «содержание сахара в вине»).
- Другие.

Разработчики Protégé считают, что не существует единственно правильного способа создания онтологии, так как онтология всегда отражает взгляд аналитика, т.е. субъективна.

## 6. КОГНИТИВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ИНЖИНИРИНГА

Рассмотрим только некоторые аспекты непосредственного визуального дизайна онтологий. Для этого предлагается использовать методы гештальт-психологии для создания «онтологической гармонии». Ранее (Гаврилова, 2003) уже был предложен «простой рецепт» формирования онтологий для новичков, который вполне согласуется и с подходом группы Protégé. Последняя версия рецепта содержит 5 шагов (Gavrilova, Laird, 2005):

1. Формирование глоссария предметной области.
2. Установление связей между понятиями глоссария и их визуализация.
3. Категоризация понятий и формирование мета-понятий (снизу вверх).
4. Детализация (сверху вниз).
5. Ре-инжиниринг (уточнение, разрешение противоречий, синонимии, избыточности, перестройка, дополнение).

Представляется целесообразным применить некоторые результаты гештальт-психологии для шагов 2–5. Автор гештальт-психологии Макс Верт-

геймер (Вертгеймер, 1987) так сформулировал основной **принцип хорошего гештальта** (хорошей формы), или закон прегнантности:

«Организация любой структуры в природе или в сознании должна быть настолько **хороша** (регулярна, полна, сбалансирована или симметрична), насколько позволяют существующие условия».

Также полезными могут и другие когнитивно-перцептивные законы :

- Закон близости — визуальные стимулы (объекты), находящиеся **близко** друг от друга, воспринимаются как единое **целое**.
- Закон сходства — вещи, обладающие **одинаковыми свойствами**, обычно воспринимаются как нечто **единое** (цельное).
- Закон включения В. Келера — есть тенденция воспринимать только **большую** фигуру, а не ту меньшую, которую она включает.
- Закон парсимонии — самый **простой** пример является самым **лучшим**; известен также как принцип «бритвы Оккама» — «не нужно умножать сущности без необходимости».

Попытаемся переформулировать эти законы для практического инженера по знаниям. Основная гипотеза: «*Гармония = концептуальный баланс + ясность*».

При этом концептуальный баланс подразумевает, что:

- Понятия одного уровня иерархии связываются с родительским концептом одним и тем же типом отношения (например, «класс — подкласс» или «часть — целое»).
- Глубина ветвей онтологического дерева должна быть примерно одинаковая ( $\pm 2$ ).
- Общая картинка должна быть довольно симметричной.
- Перекрестные ссылки должны быть по возможности исключены.

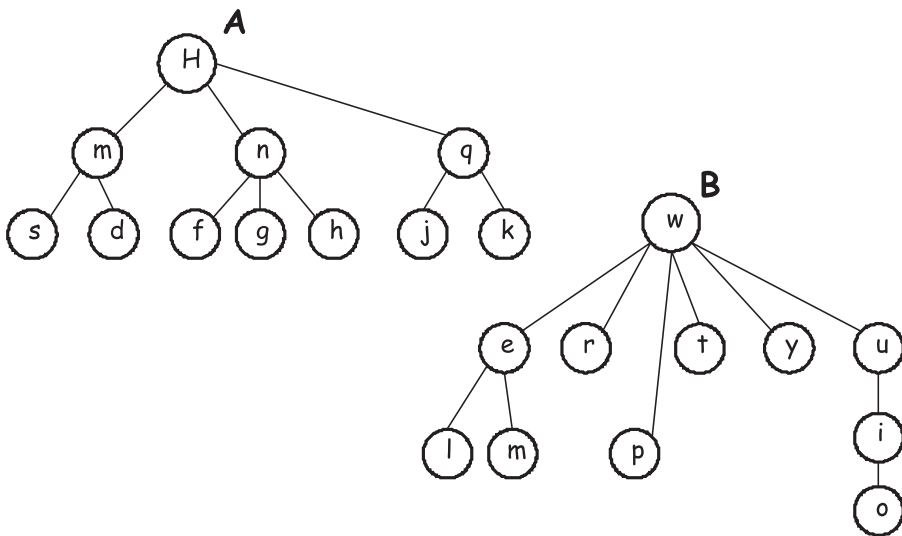


Рис. 4. Принцип хорошего гештальта

Ясность включает:

- Минимизацию. Так, максимальное число концептов одного уровня или глубина ветви не должна превышать знаменитое число Ингве–Миллера ( $7 \pm 2$ ) (Miller, 1956).
- Прозрачность для чтения. Тип отношений должен быть по возможности очевиден, так чтобы не перегружать схему онтологии лишней информацией и опускать названия отношений.

Иллюстрация принципа хорошего гештальта представлена на рисунке 4. Трудно не согласиться с тем, что форма онтологии А более «правильна», чем онтология В, где допущены ошибки в структурировании.

## 7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Онтологический инжиниринг делает первые шаги, и пока трудно делать прогнозы о том, появится ли конструктивная и работающая теория разработки онтологий, или по-прежнему каждый аналитик будет идти методом проб и ошибок, создавая сложнейшие и головломные онтологические структуры, отражающие лабиринты профессиональных знаний в различных прикладных областях.

## ЛИТЕРАТУРА

- Бернерс-Ли Т.* Прядя семантическую паутину: полное раскрытие потенциала Всемирной паутины. 2001. Пер. с англ.: [http://ezolin.pisem.net/logic/semantic\\_web\\_rus.html](http://ezolin.pisem.net/logic/semantic_web_rus.html)
- Вертгеймер М.* Продуктивное мышление. М.: Прогресс, 1987.
- Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф.* Базы знаний интеллектуальных систем. Учебник. СПб.: Питер, 2001.
- Гаврилова Т.А.* Онтологический подход к управлению знаниями при разработке корпоративных информационных систем // *Новости искусственного интеллекта*. № 2. 2003. С. 24–30.
- Гаврилова Т.А.* Управление знаниями: ЧТО ДЕЛАТЬ? // Сб. докладов Седьмой научно-практической конференции «Реинжиниринг бизнес-процессов на основе современных информационных технологий. Системы управления знаниями» (РБП-СУЗ-2004). М., 2004. С. 61–67.
- Минский М.* Фреймы для представления знаний. М.: Энергия, 1979.
- Попов Э.В.* Корпоративные системы управления знаниями // *Новости ИИ*. 2001. № 1. С. 3–19.
- Gómez-Pérez A., Fernández-López M., Corcho O.* *Ontological Engineering with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*. Springer, 2004.
- Gavrilova T., Laird D.* *Practical Design Of Business Enterprise Ontologies // Industrial Applications of Semantic Web / Ed. by M. Bramer, V. Terzyan. Springer. 2005. P. 61–81.*
- Gruber T.* *A translation approach to portable ontology specifications // Knowledge Acquisition. 1993. Vol. 5. P. 199–220.*
- McComb D.* *The CIO's Guide To Semantics* © Semantic Arts, Inc. 2004. [www.semantic-conference.com](http://www.semantic-conference.com)

- Miller G. The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information // The Psychological Review. 1956. Vol. 63. P. 81–97.*
- Mizogushi R., Bourdeau J. Using Ontological Engineering to Overcome Common AI-ED Problems // International Journal of Artificial Intelligence in Education. 2000. Vol. 11. P. 1–12.*
- Noy N., McGuinness D. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. Knowledge Systems Lab., 2004.*



# МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ОНТОЛОГИЙ ДЛЯ ПОРТАЛА НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ\*

*Ю.А. Загорулько*

## 1. ВВЕДЕНИЕ

В одной из предыдущих работ (Боровикова, Загорулько, 2002) нами была предложена концепция специализированных Интернет-порталов знаний, которые должны обеспечить:

- целостное представление научной дисциплины, ее составляющих и различных аспектов научной деятельности (персоналии, организации, события, объекты и результаты исследований и т.п.);
- интеграцию знаний данной науки и посвященных ей информационных ресурсов в единое информационное пространство;
- обеспечение содержательного доступа и удобную навигацию по всему информационному пространству портала.

Важным требованием к portalу знаний являлось наличие гибких средств представления разнородной информации и его настраиваемость на заданную область знаний.

Достичь описанных выше целей и выполнения указанных требований оказалось возможным благодаря выбору онтологии в качестве концептуальной основы и информационной модели портала знаний.

Мы используем понятие «онтология» в его традиционном значении, как оно применяется в информатике и теории искусственного интеллекта (Khoroshevsky, 1998). Мы считаем, что одной из целей онтологии является описание и изучение сущностей, представленных в реальном мире и/или сознании человека. Для систем искусственного интеллекта, в частности, порталов знаний, существует только то, что уже в них представлено или может быть

---

\* Работа выполняется при финансовой поддержке РГНФ (проект № 07-04-12149).

представлено, поэтому мы придерживаемся определения онтологии, данного в работе Грубера (Gruber, 1993), согласно которому онтология является точной спецификацией концептуализации. Причем под концептуализацией понимается некоторая абстракция, т.е. упрощенное представление мира, построенное с определенной целью. Концептуализация включает объекты, понятия и другие сущности, которые предполагаются наличествующими в рассматриваемой области, а также отношения между ними.

Следует заметить, что в ряде работ (Ushold, King, 1995; Ushold, Gruninger, 1996) подчеркивается, что онтология является спецификацией концептуализации, но только в той ее части, которая зависит от определенной области интересов. Некоторыми авторами (Takaai, Takeda, Nishida, 1997) делается упор на то, что онтологии должны помочь в решении проблем, возникающих из-за того, что у разных людей и в разных моделях существуют различные интерпретации одних и тех же понятий. В этой связи онтология рассматривается как соглашение о некоторой области интересов для достижения определенных целей.

По мнению Н. Гуарино (Guarino, Giaretta, 1995), для установления соглашения о знаниях, представленных на некотором, в частности, логическом языке, онтология должна характеризовать концептуализацию, ограничивая возможные значения предикатов и функций. В его понимании онтология — это логическая теория, аксиомы которой ограничивают интерпретации нелогических символов языка.

Основываясь на приведенных выше определениях, можно сказать, что онтология представляет собой точное подробное описание (модель) некоторой части мира применительно к конкретной области интересов. Именно такой интерпретации онтологии мы и будем придерживаться.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К ОНТОЛОГИИ ПОРТАЛА

В контексте создания портала знаний онтология должна не только обеспечивать формальное описание системы понятий предметной области портала, но и поддерживать всю требуемую функциональность, т.е. служить основой для реализации удобного и содержательного доступа к систематизированным знаниям и информационным ресурсам по тематике портала. Интеграция разнородных источников данных, включаемых в информационное пространство портала, также должна осуществляться на основе онтологии. Онтология должна также служить средством содержательной декларативной настройки портала на заданную область знаний, в соответствии с ней должны автоматически строиться:

- схема базы данных портала (выполняется генерация структуры БД и ее ограничений целостности по всем элементам онтологии);
- формы для заполнения БД портала данными (информационными объектами, являющимися экземплярами понятий онтологии);
- схема навигации по информационному пространству портала (по отношениям онтологии);
- формы поисковых запросов (по понятиям и отношениям онтологии).

Кроме того, онтология должна проектироваться так, чтобы она обладала такими свойствами, как расширяемость и интегрируемость с уже существующими онтологиями.

### 3. Методология построения онтологий

Для построения онтологий с описанными выше свойствами необходимо иметь адекватные средства и методики.

Методология построения онтологий предполагает, что вначале должны быть обозначены цели и выбрана область применения создаваемой онтологии, т.е. разработчику необходимо определиться, для чего она создается и как будет в дальнейшем использоваться (Ushold, Gruninger, 1996). Затем выполняется собственно само построение онтологии, которое начинается с фиксации знаний о предметной области, а именно:

- построения словаря онтологии путем выделения основных понятий выбранной предметной области;
- создания точных непротиворечивых определений для каждого выбранного понятия;
- определения отношений между понятиями в рамках данной предметной области;
- задания правил использования понятий на основе их определений.

После чего выполняется так называемое кодирование онтологии, которое подразумевает:

- разделение совокупности основных терминов, используемых в онтологии, на отдельные классы понятий;
- выбор или разработку специального языка для представления онтологии;
- непосредственно задание фиксированной концептуализации на выбранном языке представления знаний.

Так как онтология используется для построения внутренней базы данных портала, в которой хранятся конкретные предметные знания, необходимы средства, обеспечивающие, прежде всего, представление сложных понятий и разнообразных семантических связей между ними.

Так, часто приходится решать проблему выбора набора атрибутов для класса онтологии, представляющего собой понятие. Сложность выбора состоит не только в том, что атрибут может иметь несколько значений и таковыми могут быть экземпляры понятий, но и то, что связь данного понятия со значением атрибута может быть, в свою очередь, атрибутирована.

В последнем случае атрибут в классе не указывается, а вместо него вводится отношение, связывающее данный класс с другим классом, представляющим значение «несостоявшегося» атрибута. Заметим, что для этих целей используются обычные бинарные отношения, но снабженные собственными атрибутами, специализирующими связь между двумя сущностями (аргументами отношения). Эти отношения имеют следующий вид:

$$R(\text{Arg}_1, \text{Arg}_2, \langle A_R \rangle),$$

где  $R$  — имя отношения;  $\text{Arg}_1, \text{Arg}_2$  — аргументы отношения;  $A_R$  — множество атрибутов, описывающих дополнительные свойства отношения.

Приведем пример использования такого отношения:

**Работает\_в** (*arg1*: «Петров», *arg2*: «ИСИ СО РАН»,  
<должность: «Старший научный сотрудник», дата назначения: «2004»>).

Однако такое атрибутирование отношений помогает не во всех случаях. Приходится выбирать между еще более глубоким структурированием свойств отношений и заданием логических ограничений на отношения и/или значения атрибутов. Первый способ ведет к усложнению структур знаний и данных, потере их прозрачности, второй способ в конечном счете может привести к утрате декларативности описаний.

Формально, онтологию мы будем представлять как шестерку следующего вида:

$$\langle C, A, T, D, R, F \rangle,$$

где:

$C$  — множество классов, описывающих понятия некоторой предметной или проблемной области;

$A$  — множество атрибутов, описывающих свойства понятий;

$T$  — множество типов значений атрибутов;

$D$  — множество доменов;

$R$  — множество атрибутированных отношений, заданных на классах (понятиях);

$F$  — множество ограничений на значения атрибутов.

Вводя таким образом формальные описания понятий и отношений между ними, онтология задает структуры для представления реальных объектов и событий, существующих в некоторой предметной или проблемной области, и обеспечивает взаимосвязи между ними.

В процессе разработки онтологии выделяются и формально описываются понятия, связанные в иерархию с помощью отношения наследования. Различные свойства каждого понятия описываются с помощью атрибутов понятий и ограничений, наложенных на область их значений. Механизм наследования определен таким образом, что наследующему понятию от родительского передаются не только все атрибуты, но и отношения.

#### 4. СТРУКТУРИРОВАНИЕ ОНТОЛОГИИ ПОРТАЛА

Для того, чтобы онтология удовлетворяла целям портала, она должна быть хорошо структурирована и адекватно отражать его проблемную и предметную области. В связи с этим онтология портала разделяется на предметно-независимые (базовые) онтологии и онтологию предметной области.

В качестве базовых выбраны онтологии научной деятельности и научного знания, не зависящие от предметной области портала. Базовые онтологии фиксируют основные содержательные структуры, используемые для построения онтологий более низкого уровня, т.е. онтологий предметных областей, описывающих конкретные отрасли знаний.

**Онтология научной деятельности** включает базовые классы понятий, относящиеся к организации научной и исследовательской деятельности, такие как *Персона, Организация, Событие, Публикация, Информационный ресурс*.

Класс *Персона* служит для представления субъектов научной деятельности: исследователей, сотрудников и членов организаций и т.п.

Класс *Организация* включает понятия, описывающие различные организации, научные сообщества, институты, исследовательские группы и другие объединения.

В класс *Событие* входят понятия, описывающие научно-организационную или научно-исследовательскую деятельность. В этом классе выделяются подклассы *Научное мероприятие* и *Деятельность*. Первый подкласс служит для описания таких научных мероприятий, как семинары, конференции, выставки и т.п. Понятия класса *Деятельность* являются связующим звеном между методом и объектом исследования и полученным научным результатом. Класс описывает такие понятия, как *Проект, Программа исследований* и т.п.

Класс *Публикация* служит для описания различных типов публикаций и материалов, представленных в печатном или электронном формате (монографии, статьи, отчеты, труды конференций, периодические издания, фото- и видео-материалы и др.).

Класс *Информационный ресурс* служит для описания различных информационных ресурсов, представленных в сети Интернет.

**Онтология научного знания**, по своей сути, является метаонтологией. Она содержит метапонятия и отношения, задающие структуры для описания рассматриваемой предметной области, такие как *Раздел науки, Метод исследования, Объект исследования, Научный результат*, позволяющие выделить в данной науке значимые разделы и подразделы, задать типизацию методов и объектов исследования, описать результаты научной деятельности.

Понятия онтологии научного знания связаны между собой и понятиями онтологии научной деятельности следующими ассоциативными отношениями:

«*научное направление*» — позволяет связывать события, публикации, организации, исследователей, информационные ресурсы с разделами науки;

«*описывает*» — задает связь публикации с научным результатом, объектом или методом исследования;

«*использует*» — связывает метод исследования с деятельностью или разделом науки;

«*исследует*» и «*рассматривает*» — сопоставляет соответственно деятельность и раздел науки с объектом исследования;

«*результат деятельности*» — связывает научный результат с деятельностью;

«ресурс» — связывает информационный ресурс с другими понятиями онтологии.

Следует напомнить, что выбор описанных выше ассоциативных отношений осуществлялся не только из соображений полноты представления проблемной и предметной областей портала, но и с учетом удобства навигации по его информационному пространству и поиска информации.

**Онтология предметной области**, или **предметная онтология**, строится на основе базовых онтологий и отражает общие знания о предметной области, такие как иерархия классов понятий, семантические отношения в этих классах. Так как построение предметной онтологии является самым ответственным и трудоемким этапом разработки портала научных знаний, рассмотрим его подробнее.

## 5. ПОСТРОЕНИЕ ОНТОЛОГИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Напомним, что онтология предметной области научного портала знаний строится для организации эффективного доступа к знаниям и информационным ресурсам по определенной научной тематике, а следовательно, так же должна соответствовать описанным выше требованиям.

Так как предметная онтология описывает ту или иную дисциплину в целом как раздел науки, важным моментом при ее разработке является построение иерархии понятий выбранной области знаний. Сколько экспертов — столько и мнений, следовательно, столько может быть построено и различных иерархий. Поэтому при выборе подходящей иерархии понятий разработчику нужно исходить, прежде всего, из прагматических соображений, а именно: насколько полно данная иерархия описывает предметную область и имеющиеся информационные ресурсы, насколько удобно по этой иерархии осуществлять навигацию по информационному пространству портала и вести содержательный поиск. Ведь портал создается именно для доступа к знаниям и данным по выбранной научной тематике, а не для того, чтобы отразить наиболее правильную точку зрения на данную область знаний.

Разработанные нами онтологии предметных областей «археология и этнография» (рисунок 1) и «компьютерная лингвистика» (рисунок 2) включают четыре базовых иерархии: иерархию разделов, иерархию объектов, иерархию методов исследования и иерархию научных результатов.

Основой для построения иерархий понятий онтологии по археологии и этнографии послужила предложенная Ю.П. Холюшкиным (2000) и развиваемая в настоящее время системная классификация археологической науки, фиксирующая явные и неявные связи между используемыми в ней понятиями. Понятия системной классификации используются как для построения понятий онтологии и доменов атрибутов этих понятий, так и для создания экземпляров понятий онтологии.

В основе иерархии разделов компьютерной лингвистики лежат классификации программных технологий и основных теоретических направлений этой

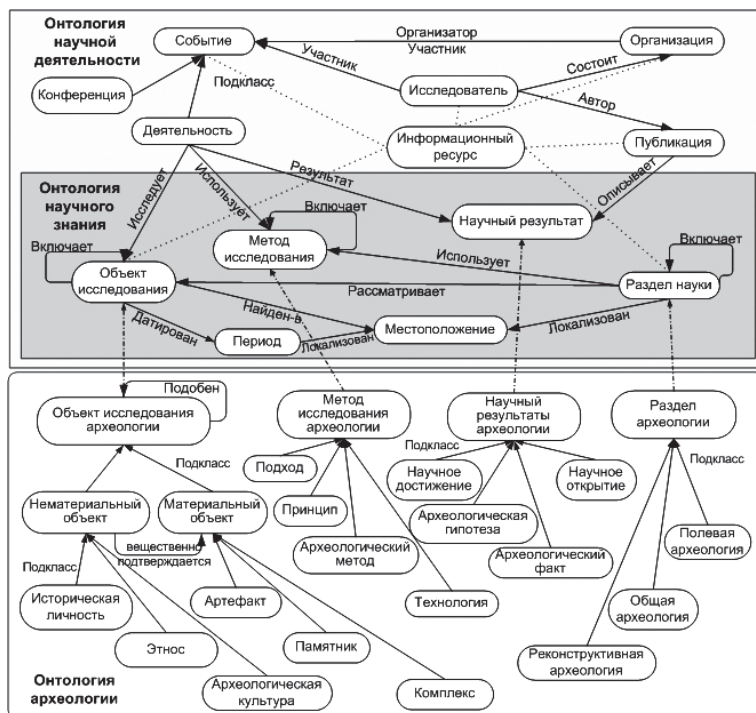


Рис. 1. Фрагмент онтологии портала по археологии и этнографии

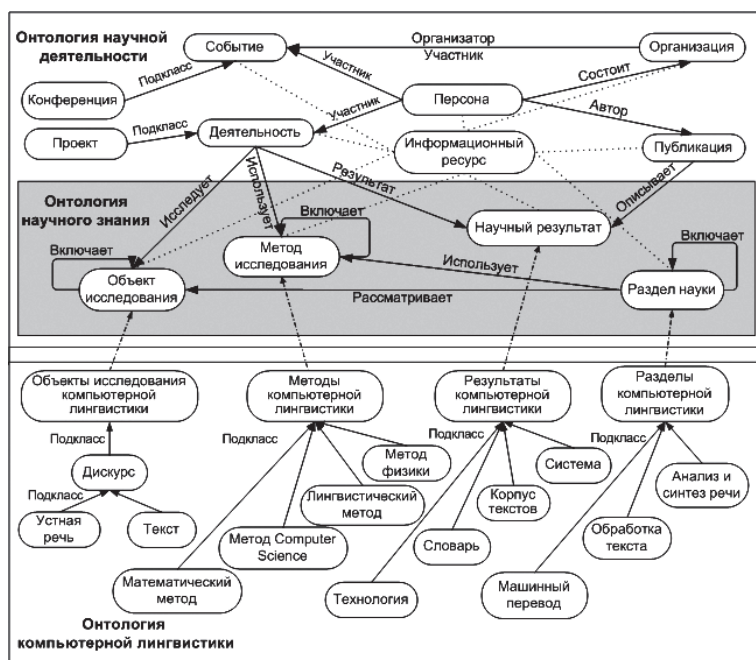


Рис. 2. Фрагмент онтологии компьютерной лингвистики



науки. К разделам компьютерной лингвистики относятся, например, *Машинный перевод*, *Обработка текста*, *Анализ и синтез речи*, и др. Эти общие направления также подразделяются на более частные. Например, *Машинный перевод* включает *Автоматический* и *Автоматизированный* машинный перевод.

Иерархии понятий предметной области связаны между собой и с понятиями базовых онтологий посредством ассоциативных отношений, семантика которых определяется при задании отношений базовых онтологий.

Так, например, иерархия методов исследования, применяемых к определенному типу объектов исследования, связана с иерархией объектов исследования посредством отношения «применяется к классу объектов». В качестве базового объекта исследования в компьютерной лингвистике выступает *Дискурс*, объединяющий все виды использования языка, например, *Текст* и *Диалог*, *Письменную* и *Устную* речь. В археологии объектами исследования могут выступать как человек или человеческое сообщество, так и различные объекты, созданные человеком в результате его деятельности: памятники, артефакты и т.п. В качестве методов выделяются *Технологии*, *Методики*, *Инструменты*.

Иерархия научных результатов, служащая для типизации и описания результатов научной деятельности, связана с деятельностью посредством отношения «результат деятельности». В онтологии компьютерной лингвистики она включает такие типы результатов, как *Модели*, *Словари*, *Формальные описания*, *Корпусы текстов*, а в онтологии археологии — *Открытия*, *Новые законы*, *Теории*, *Исторические факты*.

## 6. ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ОНТОЛОГИИ ПОРТАЛА ЗНАНИЙ

В процессе эксплуатации портала знаний, да и при его разработке, которая иногда занимает по несколько лет, могут появляться новые знания о предметной области портала, меняться точки зрения на ее содержание и структуру, наконец, обнаруживаться пробелы и неточности в знаниях. Все это, безусловно, потребует изменения онтологии портала знаний. Рассмотрим, какие проблемы могут возникнуть в таком случае. Заметим, что эти проблемы почему-то практически не затрагиваются в работах по онтологическому инжинирингу.

Вначале рассмотрим простые случаи, к которым мы отнесем как обогащение содержания одного понятия, так и расширение всей понятийной системы в целом.

В случае добавления нового атрибута понятию необходимо учитывать, что такой атрибут мог уже быть у понятий, являющихся его потомками. В связи с этим необходимо просмотреть всех потомков данного понятия и, если необходимо, осуществить необходимые переименования.

Расширяться система понятий может тремя способами. Первый, самый простой способ, не требующий каких-то усилий по поддержанию целостности системы, состоит в добавлении нового понятия в самый низ иерархии. При этом в соответствии с определением механизма наследования, данным в конце параграфа 3, новое понятие унаследует все атрибуты и связи вышестоящих понятий.

Если мы добавляем понятие, которое станет корневым в одной из иерархий, необходимо учитывать атрибуты и связи всех нижестоящих понятий. Возможно, потребуются перемещение части атрибутов и связей в новое понятие, тем более, что существует перспектива появления новых подыерархий, берущих из него начало.

Вставка нового понятия в иерархию между двумя «старыми» также требует некоторых методологических усилий. Необходимо аккуратно выбрать для него атрибуты и связи на основе нижестоящих понятий, чтобы избежать дублирования и возможных коллизий.

Аналогичные проблемы придется решать и при удалении понятия.

При удалении «листового» понятия, т.е. понятия, находящегося в самом низу иерархии, стоит подумать о передаче его собственных атрибутов и связей вышестоящему, чтобы не произошло потери знаний. Нужно иметь в виду, что если изменяется онтология портала знаний, уже находящегося в эксплуатации, и на основе удаляемого понятия уже созданы информационные объекты, то, чтобы не потерять данные, необходимо эти информационные объекты привязать к предку удаляемого понятия. Но этого может оказаться недостаточно для сохранения всей информации об этих объектах, если предварительно вышестоящему понятию не будут переданы все атрибуты и связи удаляемого понятия.

Если понятие не является «листовым», то перед его удалением необходимо подумать о передаче его атрибутов и связей нижестоящему понятию. Естественно, если мы при построении онтологии используем редактор онтологии, то он должен быть спроектирован и настроен таким образом, чтобы передача соответствующих атрибутов и связей осуществлялась автоматически. Информационные объекты, как и в случае с «листовым понятием», должны быть привязаны к вышестоящему понятию и модифицированы в соответствии с его структурой. Однако при этом нужно учитывать, что если удаляемое понятие является корневым, то созданные на его основе информационные объекты как бы «повисают в воздухе», так как оказываются ни к чему не привязанными. В связи с этим не рекомендуется удалять корневые понятия онтологии портала, находящегося в эксплуатации, из-за потери информации.

При удалении атрибутов из понятий также нужно учитывать возможность потери информации. Частным случаем удаления атрибута является его перемещение в понятие более высокого или более низкого уровня, когда выясняется, что данный атрибут является более общим или, наоборот, более специфическим. В первом случае потери информации произойти не может, так как перемещаемый атрибут все равно унаследует модифицируемым понятием. Во втором случае такая потеря возможна, и нужно принять меры для восстановления информации.

Иногда приходится перемещать понятие внутри иерархии. При этом нужно учитывать, что меняется набор не только наследуемых понятием атрибутов, но и связей. Возможно, что некоторые потерянные в результате этого перемещения атрибуты и связи придется восстанавливать «вручную».

Достаточно интересным случаем представляется перемещение поддереьев из одной ветки иерархии в другую. Этот случай практически рекурсивно сводится к рассмотренному выше. В большинстве случаев достаточно «привести

в порядок» корневое понятие перемещаемого поддерева, остальные модифицируются автоматически.

Изменение имен понятий и атрибутов не должно нарушить логической целостности онтологии, конечно, если при этом не возникнет коллизий имен.

## 7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выбор наиболее адекватного способа представления и структурирования предметных знаний — одна из наиболее важных задач онтологического инжиниринга, которая решается при построении онтологий порталов научных знаний. Только грамотно решив эту задачу, мы можем построить портал знаний, не только обеспечивающий целостное представление предметной области и навигацию по релевантным ей информационным ресурсам, но и легко настраиваемый на выбранную область знаний. Предложенный подход к построению онтологий, составляющих концептуальную и информационную основу порталов знаний, и призван решить данную задачу.

Важной задачей также представляется обеспечение возможности непротиворечивого согласованного расширения и модификации онтологии портала. Ее решение позволит построить портал знаний, обеспечивающий в течение всего времени эксплуатации целостное представление научной дисциплины и содержательный доступ к релевантным ей информационным ресурсам.

## ЛИТЕРАТУРА

- Боровикова О.И., Загоруйко Ю.А. Организация порталов знаний на основе онтологий // Труды международного семинара Диалог'2002 «Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии». Протвино, 2002. Т. 2. С. 76–82.
- Холюшкин Ю.П., Гражданников Е.Д. Системная классификация археологической науки (элементарное введение в археологическое науковедение). Новосибирск: Изд-во ИДМИ Минобразования, 2000.
- Gruber T.R. *Towards Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing* // *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 43, Issues 5–6, November 1995, P. 907–928.
- Guariano N., Giaretta P. *Ontologies and Knowledge Bases. Towards a Terminological Clarification* // *Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building and Knowledge Sharing*. Amsterdam, IOS Press, 1995. P. 25–32.
- Khoroshevsky V.F. *Knowledge v. s. data spaces: how an applied semiotics to work on web* // *Proceedings of Workshop Applied Semiotics*. Pushchino, Russia. 1998. P. 7–16.
- M. Takaai, H. Takeda and T. Nishida. *Knowledge Sharing and Organization by Multiple Ontologies* // *Proceedings First International Workshop on Strategic Knowledge and Concept Formation*, Loughborough, UK, 1997. P. 73–84.
- Ushold M., Gruninger M. *Ontologies: Principles, Methods and Applications* // *Knowledge Engineering Review*. 1996. V. 11. № 2. P. 93–155.
- Ushold M., King M. *Towards a Methodology for Building Ontologies* // *IJCAI-95, Workshop on Basic Ontologica Issues in Knowledge Sharing*. 1995. Montreal, Quebec, Canada, August 1995. — Menlo Park CA, USA: AAAI Press, 1995. P. 6.1–6.10.

# СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Бехтерева Наталья Петровна** — академик, доктор медицинских наук. Научный руководитель Института мозга человека РАН.

**Гаврилова Татьяна Альбертовна** — профессор, доктор технических наук, зав. кафедрой информационных технологий в менеджменте Высшей школы Менеджмента СПбГУ.

**Гор Кира** — Профессор Мерилендского университета, США.

**Данько Сергей Георгиевич** — кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Института мозга человека РАН.

**Загоруйко Юрий Алексеевич** — кандидат технических наук, зав. лабораторией Института систем информатики имени А.П. Ершова СО РАН г. Новосибирск.

**Зализняк Анна Андреевна** — доктор филологических наук, ведущий научный сотрудник Института языкознания РАН.

**Зорина Зоя Александровна** — доктор биологических наук, зав. лабораторией физиологии и генетики поведения кафедры ВНД биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

**Крупская Екатерина Вадимовна** — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института возрастной физиологии РАО.

**Кузнецов Олег Петрович** — доктор технических наук, профессор. Зав. лабораторией Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН.

**Мачинская Регина Ильинична** — доктор биологических наук, зав. лабораторией Института возрастной физиологии РАО.

**Нуркова Вероника Валерьевна** — кандидат психологических наук, доцент факультета психологии МГУ им.М.В. Ломоносова.

**Прохоров Александр Октябринович** — доктор психологических наук, профессор, зав. кафедрой Общей психологии Казанского государственного университета.

**Свистунова Татьяна Игоревна** — научный сотрудник лаборатории когнитивных исследований СПбГУ.

**Сериgienko Елена Алексеевна** — профессор, доктор психологических наук, зав. лабораторией когнитивной психологии Института психологии РАН.

**Смирнова Анна Анатольевна** — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологии и генетики поведения кафедры ВНД биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

**Соловьев Валерий Дмитриевич** — профессор, доктор физико-математических наук, проректор по информатизации Казанского государственного университета.

**Станкевич Лев Александрович** — кандидат технических наук., ведущий научный сотрудник лаборатории интеллектуальных систем Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН).

**Утехин Илья Владимирович** — кандидат исторических наук, декан факультета этнологии Европейского университета в Санкт-Петербурге; сотрудник лаборатории когнитивных исследований ИФИ СПбГУ.

**Федорова Ольга Викторовна** — кандидат филологических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной лингвистики филологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

**Черниговская Татьяна Владимировна** — доктор наук (физиология, теория языка), профессор кафедры общего языкознания, зав. отделом общего языкознания и лаборатории когнитивных исследований СПбГУ.

**Helmert Jens R.** — Research assistants, Dresden University of Technology, Dresden, Germany.

**Pannasch Sebastian** — Dr. S., Dresden University of Technology, Dresden, Germany.

**Velichkovsky Boris M.** — Prof. Dr. Dresden University of Technology, Dresden, Germany and Institute of Cognitive Studies RRC «Kurchatov Institute», Moscow.

Научное издание

*Серия «Когнитивные исследования»*

## **КОГНИТИВНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Сборник научных трудов

Вып. 2

Редактор — *И.В. Ключкова*

Корректор — *О.В. Шапошникова*

Обложка — *Н.Н. Звягинцев*

Компьютерная верстка — *А. Пожарский*

ИД № 05006 от 07.06.01

Сдано в набор 12.02.08. Подписано в печать 12.05.08.

Формат 70x100/16. Бумага офсетная № 1.

Гарнитура PetersburgС. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 25,9. Уч.-изд. л. 24,8.

Тираж . Заказ №

Лицензия ЛР № 03726 от 12.01.01

Издательство «Институт психологии РАН»

129366, Москва, ул. Ярославская, 13, тел.: (095); 282-51-29

E-mail: [publ@psychol.rus.ru](mailto:publ@psychol.rus.ru) [www.psychol.ras.ru](http://www.psychol.ras.ru)

Отпечатано в полном соответствии с качеством  
предоставленных диапозитивов в ППП «Типографии «Наука»  
121099, Москва, Шубинский пер., 6