

МОДЕЛИ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ (Вычислительные системы)

1997 год

Выпуск 158

УДК 519.7:510.2:510.8

ЦЕЛЕПОЛАГАНИЕ КАК ПРИНЦИП РАБОТЫ МОЗГА¹

Е.Е.Витяев

В в е д е н и е

Данная статья начинает серию работ, посвященных исследованию принципов работы мозга. Некоторые из принципов уже изложены в [1]. В настоящей работе в переработанном виде излагается первый из принципов — "целеполагание". Этот принцип, с одной стороны, является обобщением понятия задачи, сформулированного и формально исследованного Ю.Л.Ершовым и К.Ф. Самохваловым в работе [2] в связи с исследованиями в основаниях математики, а, с другой стороны, как показывается в данной работе, является основополагающим для теории функциональных систем работы мозга П.К.Анохина и теории схем восприятия У.Найсера. Более того в работе показано, что понятия "цель" и "результат", введенные в данной работе и обобщающие понятие задачи, требуют пересмотра основных понятий этих теорий.

Тот факт, что понятие задачи, определенное в [2], имеет отношение к работе мозга, не случаен, так как,

¹Работа поддержана РФФИ, грант № 96-06-80970.

во-первых, формализация понятия задачи получена в результате тщательного анализа задачи как "желания" решить задачу и, во-вторых, анализ желания (задачи) приводит к необходимости всегда иметь критерий удовлетворения желания (решения задачи) и достижения результата, а понятие результата является центральным в теории функциональных систем работы мозга П.К. Анохина. В данной работе вводится понятие цели и показывается, что оно, с одной стороны, является более общим, чем понятие желания в работе [2], а, с другой стороны, оно объединяет такие понятия как результат, потребность и целенаправленная деятельность в теории функциональных систем. Показано также, что понятие цели скрыто и в психологической теории схем восприятия У.Найсера. Эти рассуждения позволяют, с одной стороны, исследовать возможные способы формализации работы мозга, распространяя формальный результат, полученный в [2], на работу мозга, а, с другой стороны, дают множество дополнительной информации о том как можно развивать результат [2], чтобы он охватывал большее число сторон работы мозга.

1. Понятия задачи, цели и результата

Приведем анализ понятия желания, осуществленный в [2]. Несмотря на то, что рассуждения в приводимой ниже цитате могут показаться слишком общими, тем не менее математический результат, полученный в [2], является непосредственной и точной формализацией приведенных ниже рассуждений, что приводит к пересмотру оснований математики.

"Я хочу пить" — что это значит? Нет, конечно, никакой ошибки полагать, что слова "я хочу пить" означают просто вот *это*, где *это* — определенное состояние сознания, которое я переживаю сейчас и которое я именую жаждой. Но тогда возникает новый вопрос: как ощущение жажды (хотения) связано с фактическим питьем (удовлетворением хотения)? Откуда я знаю, что

удовлетворить жажду можно питьем? Содержится ли в самом переживании жажды сознание того, чем эту жажду можно удовлетворить? Вполне вероятно, что ощущение жажды как-то включает в себя воображаемую картину питья. Но тогда каким образом воображаемое питье содержит информацию о фактическом питье? Ведь как бы сильно не походила воображаемая картина на факты, все равно в фактическом питье *что-то* должно быть такое, чего не доставало в воображаемом; и это отсутствующее в воображении *мечто* и есть в данном случае самое существенное. Иначе мы могли бы утолить жажду сразу — одним воображением... Возникает убеждение, что и вообще: удовлетворение *любого* желания (выделено Е.В.) — новость. Причем в чем-то самом существенном — *абсолютная* новость, эмпирический *постфактум*, который ни в коем случае не был дан заранее. А вместе с тем столь же несомненно, что когда я хочу не просто чего-то "новенького вообще", а хочу чего-то *определенного*; что следовательно, это "*чего-то*" каким-то образом *предопределяется* характером ощущения желания, не будучи данным мне до тех пор, пока я только хочу и еще не удовлетворил свое хотение... Знать желание не означает знать желаемое, а означает знать способность узнать желаемое (выделено Е.В.), как только этому представится случай. Иными словами, вы *понимаете* какое-либо свое желание (а не просто "томитесь" им) только тогда, когда этому желанию вы сопоставили чувство уверенности в том, что любое будущее состояние сознания вы сумеете убедительным и безошибочным образом распознать как состояние удовлетворения желания или состояние неудовлетворения... Хотя (следует еще раз подчеркнуть) при этом я не обязательно знаю, чем это утоление будет достигнуто. По прошлому опыту ожидаю, что водой, но, быть может, какая-нибудь таблетка тоже утолит мою жажду" [2, с. 142,143].

Полученный в [2] вывод о том, что "знать желание не означает знать желаемое, а означает знать способность узнать желаемое" позволяет уточнить понятие задачи — "Любую задачу можно мыслить себе в терминах: "Я хочу

знать..."... Поэтому задача — частный случай желания, и все сказанное о последнем относится также и к ней. А именно: мы понимаем задачу только тогда, когда ей поставили в соответствие обоснованное чувство уверенности в том, что всякое состояние нашего сознания мы сумеем **убедительным и безошибочным образом распознать как такое, когда решение найдено, или как такое, когда решение не найдено**" [2, с. 143]. Заметим, что если последнее условие не выполнено, то задача не требует решения, так как тогда любое состояние сознания можно считать решением.

Предположим, что у нас есть некоторый текст. Представляет ли он собой "убедительное и безошибочное" изложение решения задачи? В математических теориях принято считать, что "обоснованное чувство уверенности" в том, что изложение решения задачи действительно является ее решением, должно возникать только тогда, когда это изложение является **доказательством решения задачи**. Доказательство позволяет ввести **формальный критерий наличия решения задачи** для "распознавания, когда решение найдено или не найдено". Поэтому мы имеем **математическую задачу** только тогда, когда у нас есть обоснованное чувство уверенности в том, что всякое состояние нашего сознания мы сумеем **убедительным и безошибочным образом распознать как такое, когда мы имеем доказательство решения задачи или у нас отсутствует доказательство решения задачи**. Предположим, что наши состояния сознания вместе с доказательствами можно формализовать в рамках некоторой формальной системы S . Зададимся вопросом: позволяет ли эта формальная система для любого текста средствами самой формальной системы S определить, является ли он доказательством решения задачи или нет? Если такая формальная система существует, то это означает, что она может служить формальной моделью для постановок и решения математических задач. Этот вопрос и был формально проанализирован в [2]. Было доказано, что только в "слабых" формальных системах мы в состоя-

нии средствами самой формальной системы всегда определить, является ли некоторый текст доказательством решения некоторой задачи или нет.

Понятие задачи позволило ее авторам сформулировать новый подход к основаниям математики, состоящий в радикальном изменении программы Гильберта обоснования математики. Опишем кратко, в чем, по мнению авторов работы [2], должен состоять пересмотр программы Гильберта.

"Как известно, Гильберт считал, что, вообще говоря, не все высказывания какой-либо математической теории имеют смысл. При этом неявно он предполагал, что разбиение множества всех высказываний рассматриваемой теории на осмысленные ("реальные") и бессмысленные ("идеальные") вполне определяется *видом* самих высказываний и, следовательно, является фиксированным для всех теорий с одним и тем же синтаксисом и сигнатурой. Согласно новой парадигме (выделено Е.В.) — это разбиение на осмысленные и бессмысленные высказывания зависит не только от синтаксиса и сигнатуры рассматриваемой теории, но и от класса Задач, с которым предназначается иметь дело этой теории. С этой точки зрения, одна и та же теория как математическое исчисление (выделено Е.В.) *содержательно* будет иметь разные множества осмысленных высказываний, если она предназначена для обработки разных классов задач. Иными словами, математическая теория рассматривается просто как "резервуар" для более "бедных" формальных систем, по отдельности "извлекаемых" из всей теории в зависимости от той или иной имеющейся задачи. Сама по себе, безотносительно к возможным задачам (и, следовательно, безотносительно к своей роли быть упомянутым "резервуаром"), теория не имеет практического значения, и поэтому не представляет самостоятельного интереса вопрос, противоречива она в целом или нет".

Но нас интересуют не только математические задачи. Рассмотрим еще раз формулировку понятия задачи: "Мы понимаем задачу только тогда, когда ей поставили в соответствие обоснованное чувство уверенности в том, что всякое состояние нашего сознания мы сумеем **убедительным и безошибочным образом распознать как такое**, когда решение найдено, или как такое, когда решение не найдено". Переформулируем понятие задачи так, чтобы не апеллировать к состояниям сознания. Будем говорить, что **задача осмысленна** тогда и только тогда, когда мы имеем **критерий решенности задачи**, в том смысле, что для каждого предполагаемого решения мы в состоянии всегда определить, является ли оно решением или нет. Для математических задач таким критерием является возможность для каждого текста определить, является ли он доказательством решения или нет (это условие, как следует из [2] намного сильнее, чем просто предъявление доказательства).

После такой переформулировки, имеющей и самостоятельный интерес, уже нетрудно найти обобщение, связывающее ее с работой мозга. Можно заметить, что более общим понятием, также требующим критерия решения задачи, является понятие цели. **Цель нельзя достичь, не имея критерия ее достижения**, иначе всегда можно считать, что она уже достигнута (поди проверь). Хотеть чего-то — частный случай цели. **Целью является удовлетворение моего желания**. Как мы увидим из теории функциональных систем, каждая потребность организма ставит перед ним цель — удовлетворить данную потребность, при этом критерий достижения цели фиксируется соответствующим рецепторным аппаратом.

Определим **цель как некоторый критерий наличия**. Мы ставим перед собой цель только тогда, когда **определяем некоторый критерий наличия и убедились**, что этого наличия нет в данный момент. При таком определении цели сразу видно, что оно бессмысленно без критерия наличия, так как без него мы не можем убедиться, что этого наличия нет уже сейчас и, значит, цель как

то, чего нет сейчас, но что мы хотели бы иметь, имеет смысл перед собой ставить. Такое определение цели позволяет определить **результат достижения цели (решения задачи)** как то, что удовлетворит критерий наличия, когда цель будет достигнута или задача решена. Между понятиями цели (задачи) и результата имеется следующая связь: результат получен, когда цель достигнута и "срабатывает" критерий наличия. Но когда цель (задача) ставится или она еще не достигнута, мы имеем цель (задачу), но не имеем результата. Далее понятия цели и задачи, стоящей перед организмом, будут пониматься как синонимы. Их различное употребление будет связано только с тем, что они часто ассоциируются с разными словами.

Определение цели **парадоксально** с точки зрения здравого смысла, так как критерий наличия принципиально не требует никаких дополнительных знаний о том, как достичь результат. В частности, можно определить цель, не определяя, ни как ее достичь, ни чем, ни когда. Эту парадоксальность понятия цели назовем **парадоксом цели**. Как мы увидим из теории функциональных систем, мозг при целенаправленном поведении постоянно действует в условиях парадокса цели, определяя, чем, как и когда можно достичь цель, часто не зная этого заранее, а зная только параметры конечного результата. Поэтому теория функциональных систем и есть теория работы мозга как системы для достижения целей в нашем определении, т.е. основным принципом этой теории является принцип: "мозг — целеполагающая система". Изложим далее теорию функциональных систем, показывая, во-первых, что понятие цели в нашем смысле лучше работает и объединяет такие понятия как потребность, результат и цель, и, во-вторых, объясняя, как мозгу удастся разрешать парадокс цели, определяя чем, как и когда можно достичь цель.

2. Теория функциональных систем работы мозга

Понятие цели является центральным в теории функциональных систем, где анализируется физиологический механизм цели, целеполагания и целенаправленной деятельности. Решение сложных задач осуществляется мозгом, согласно теории функциональных систем, путем организации "доминирования целей", "иерархии результатов (целей)" и "моделей результатов".

П.К.Анохин также говорит о понятии "задача": "Когда человек решил задачу (выделено Е.В.), на каком основании он убежден, что решение правильно? Параметры правильности решения должны быть определены заранее, ведь неудачи коллег дали ему опыт "нерешенности" и позволили определить, что именно он будет считать решением. Следовательно, он не предвидел результата (выделено Е.В.), но он предвидел, каким условиям должно удовлетворять решение" [3, с. 13]. Это определение схоже с формулировкой понятия задачи, приведенного в работе [2], но оно менее точно и не доведено до формального результата. Тем не менее, такое понимание Задачи и введение понятия результата в физиологическую теорию является принципиальным достижением этой теории и выделяет ее среди всех остальных известных теорий. Как мы увидим, это требует своей специальной системы понятий не рассматриваемой в других теориях. Как следует из приводимых ниже цитат, это понимают и сами авторы. (Будем выделять цитаты П.К.Анохина или других авторов внутри цитат из [4] символом #.)

"Наиболее значительным, по нашему мнению, моментом (в истории развития понятия функциональной системы — Е.В.) является формирование понятия "результат действия" (в 1966 г.). П.К.Анохин теперь уже пишет о результатах действия как о самостоятельной физиологической категории" [4, с. 27].

"#Пожалуй одним из самых драматических моментов в истории изучения мозга (выделено Е.В.) как интегративного образования является фиксация внимания

на самом действии, а не на его результатах (выделено Е.В.)... мы можем считать, что результатом "хватательного рефлекса" будет не само хватание как действие, а та совокупность афферентных раздражений, которая соответствует признакам "схваченного" предмета (результат действия)#" [4, с.27].

Заметим, что именно так понимаемый результат действия является признаком достижения цели — схватить предмет, а критерием достижения цели является "совокупность афферентных раздражений, соответствующая признакам схваченного предмета" [4, с.28]. Следовательно, понятие результата действия физиологически фиксирует критерий достижения цели и, тем самым, критерий решения организмом некоторой задачи. Драматическая ситуация в изучении мозга, о которой пишет П.К.Анохин, продолжается до сих пор, так как никакая другая теория, кроме теории функциональных систем, не исследует механизмы достижения результата в этом смысле. Тот факт, что все исследователи фиксируют внимание на самом действии, а не на его результатах еще раз говорит о парадоксальности понятий задачи и цели для здравого смысла. Заметим также, что под действием должно пониматься любое, в том числе перцептивное, действие, включая движения глаз, настройку хрусталика и т.д., т.е. любые действия, которые инициируются активностью мозга.

Кратко изложим теорию функциональных систем по монографии одного из ведущих учеников П.К.Анохина — К.В.Судакова [4]. В этой работе подводится итог (после смерти П.К.Анохина) не только работ самого П.К.Анохина, но и всей его школы. Прежде всего, рассмотрим, каковы физиологические механизмы постановок целей организмом. Здесь наблюдается любопытная аналогия между физиологическими механизмами и математическим результатом, полученным в [2]. Как отмечено в указанной работе, "для решения любой осмысленной задачи мы не имеем права выделить из какой-нибудь теории столь большой фрагмент, чтобы он не был слабой системой".

В теории функциональных систем такими "фрагментами" являются функциональные системы организма, формирующиеся для решения каждой стоящей перед организмом задачи. Понятие функциональной системы является основным в теории функциональных систем, поэтому перейдем к его рассмотрению.

"#Функциональной системой мы называем комплекс нервных образований с соответствующими им периферическими рабочими органами, объединенный на основе выполнения какой-либо вполне очерченной и специфической функции организма. К таким очерченным функциям можно отнести, например, локомоцию, дыхание, глотание, плавание и т.д.#. И далее: #Состав функциональной системы не может быть определен каким-либо анатомическим принципом. Наоборот, самые разнообразные "анатомические системы" могут принимать участие и объединяться на базе одновременного возбуждения при выполнении той или иной функции организма#" [4. с. 19].

Таким образом, единицами деятельности организма являются не отдельные органы, а функции организма. Выполнение какой-либо функции организма — это и есть задача деятельности организма. Поэтому теория функциональных систем является теорией решения организмом задач по выполнению своих функций.

Как мы знаем, задача (цель) осмысленна, если у нас есть критерий решения задачи. Функции организма также должны приводить к достижению некоторых целей, которые должны фиксироваться как полученный результат. Понятие результата вводится в теории функциональных систем и также является одним из основных ее понятий.

"Основным постулатом теории функциональных систем является положение о том, что ведущим системообразующим фактором, организующим функциональную систему любого уровня организма, служит полезный для организма и системы в целом приспособительный результат. Именно результат благодаря постоянной обратной афферентации о его состоянии производит своеобразную

"мобилизацию" центральных и исполнительных образований в функциональную систему" [4, с. 34-35].

Таким образом, единицы деятельности организма — **функциональные системы** — являются объединениями различных органов с целью достижения некоторых полезных для организма результатов и тем самым **определяются этими результатами**.

Достижение результата должно некоторым образом фиксироваться, так как результат есть срабатывание некоторого критерия наличия. Чем физиологически является критерий наличия, фиксирующий достижение результата? Физиологически он реализуется "специальным рецепторным аппаратом".

"Каждая потребность, даже при незначительном отклонении жизненно важной функции от оптимального для метаболизма уровня (в чем, собственно, и состоит потребность — Е.В.), немедленно воспринимается **специальными рецепторными аппаратами** (выделено Е.В.)" [4, с. 43]. "Наличие рецепторов в каждой функциональной системе, "стоящих на страже" конечного приспособительного результата, является **исходным пунктом в механизмах саморегуляции**. Меньшее отклонение результата (физиологической константы организма — Е.В.) от оптимального для метаболизма уровня вызывает меньшее возбуждение рецепторов и, соответственно, меньшую сигнализацию в нервную систему" [4, с. 43]. "Соотношение функций рецепторов с приспособительным результатом - это основной "узел саморегуляции". Соотношение между конечным результатом и рецептором напоминает тип **комплементарных связей**" [4, с. 44].

Таким образом, результатом является достижение оптимального уровня некоторой физиологической константы, который фиксируется специальным рецепторным аппаратом. Сигнализация этого рецепторного аппарата о получении результата (отсутствии отклонения от оптимального для метаболизма уровня) и, значит, о достижении цели названа в теории функциональных систем

обратной афферентацией, а процесс решения задачи — принципом саморегуляции.

"...Сигнализация о потребности (возбуждение рецепторного аппарата при отклонении жизненно важной функции от оптимального для метаболизма уровня — Е.В.) несет двоякую функцию. С одной стороны, она играет пусковую роль, возбуждая специальные аппараты саморегуляции, а с другой, она постоянно информирует эти же центры о результатах действий, совершенных функциональной системой. Поскольку эта сигнализация включает в себе информацию о конечном результате, о его отклонениях от оптимального для метаболизма уровня или (его (метаболизма) — Е.В.) восстановлении... она была названа *обратной афферентацией*" [4, с. 45]. "Любая функциональная система различного уровня организации строится по принципу саморегуляции..." [4, с. 37]. "Процесс саморегуляции всегда циклический и осуществляется по золотому правилу: всякое отклонение от жизненно важного уровня какого-либо физиологически значимого фактора служит сигналом к немедленной мобилизации многочисленных аппаратов соответствующей функциональной системы, вновь восстанавливающих этот жизненно важный приспособительный результат" [4, с. 37].

Принцип саморегуляции здесь более детально не определяется и по существу просто описывает постановку цели и ее достижение. Он не отвечает на вопросы, связанные с парадоксальностью цели: чем, как и когда можно достигнуть цель.

Теперь мы можем объяснить в рамках теории функциональных систем, как физиологически осуществляется постановка задач и целей организмом. Целью в теории функциональных систем является потребность организма. "Двоякая функция потребности" означает, что, во-первых, перед организмом ставится цель по восстановлению нарушенного метаболизма и, во-вторых, энергетически обеспечивается достижение цели путем возбуждения механизмов саморегуляции. Целью как критерием наличия является получение обратной афферен-

тации о восстановлении нормального уровня некоторого физиологически важного показателя. Если же нормальный уровень нарушен и обратная афферентация свидетельствует о неудовлетворении критерия наличия в данный момент, то возникает потребность, которая ставит перед организмом цель — удовлетворить соответствующую потребность. В этом случае цель как критерий наличия, во-первых, сигнализирует посредством обратной аффертации об отсутствии этого наличия в данный момент (об отсутствии нормального уровня некоторого показателя), что, собственно, и означает наличие потребности; во-вторых, ставит цель как ожидание получения сигнализации о восстановлении нормального уровня некоторого показателя и достижении результата; и, в-третьих, энергетически обеспечивает и фактически вынуждает организм достичь цели, возбуждая специальные аппараты саморегуляции. Таким образом, физиологическим механизмом Целеполагания и является возникновение потребности. Таким образом, потребность и есть цель, ставящаяся перед организмом. В теории функциональных систем понятия потребности и результата являются разными и не совсем связанными понятиями. В нашем определении потребности как цели организма понятия потребности и результата объединяются в одно понятие и результат есть всего лишь фиксация достижения цели — удовлетворение потребности.

Мы проинтерпретировали понятие цели в системе понятий теории функциональных систем. Теперь мы можем, используя ее многочисленные результаты, обогатить понятие цели, рассмотрев, как организм удовлетворяет свои потребности. Например, как взаимосвязаны между собой цели и результаты различных функциональных систем в процессе жизнедеятельности целого организма? Как уже отмечалось, взаимодействие результатов и целей в указанной теории осуществляется несколькими способами: по "принципу доминанты", "иерархией результатов" и "моделями результатов". Рассмотрим эти типы организации целей. Заметим, что такое рассмотре-

ние не требует от нас пока разрешения парадокса цели и ответа на вопросы как, чем и когда достичь цели. Эти рассуждения, как это и делается в теории функциональных систем, могут ограничиться рассмотрением целей на уровне вход-выход, цель-результат или потребность-ее удовлетворение.

Рассмотрим сначала "принцип доминанты". Этот принцип говорит о том, что две цели одновременно достигаться не могут и это вполне естественно, так как разные цели имеют разные результаты и, значит, разные критерии срабатывания. "Поскольку метаболизм организма всегда многосторонен, общая метаболическая потребность организма часто многопараметрична, отражая тем самым различные стороны процесса обмена веществ... Однако всегда имеется ведущий параметр общей метаболической потребности — доминирующая потребность, наиболее важная для выживания особи, ее рода или вида. Она возбуждает доминирующую функциональную систему и строит поведенческий акт, направленный на ее удовлетворение. Удовлетворение ведущей потребности приводит к тому, что начинает доминировать другая важная для сохранения вида или рода потребность" [4, с. 40].

Тем самым наиболее важные для организма цели — доминирующие потребности — всегда линейно упорядочены во времени. Рассмотрим теперь, как функциональные системы взаимодействуют в некоторый данный момент времени. По отношению к доминирующей функциональной системе остальные функциональные системы выстраиваются в иерархию по принципу "иерархии результатов": "Именно по отношению к каждой доминирующей функциональной системе все другие функциональные системы выстраиваются в определенном иерархическом порядке, начиная от молекулярного, вплоть до организменного и социально-общественного уровня. Иерархия функциональных систем... прежде всего включает иерархическое взаимодействие результатов их действия, когда результат деятельности одной функциональной системы входит в качестве компонента в ре-

зультат деятельности другой" [4, с. 54]. "Так, у голодного кролика доминирует функциональная система, деятельность которой направлена на поиск пищи. В это время другие функциональные системы, определяющие, например, кровяное давление, дыхание, выделение, направлены на лучшее обеспечение доминирующей пищедобывательной функциональной системы" [4, с.54].

Рассмотрим подробнее, что представляет собой иерархия результатов. Например, если у кролика доминирует функциональная система добывания пищи, то целью является пища, а результатом ее ощущение во рту. В процессе деятельности этой функциональной системы усиленно расходуется кислород, уменьшается содержание питательных веществ в крови, увеличивается количество вредных веществ, получающихся в процессе обмена и требующих вывода из организма и т.д. Все это приводит к сдвигу от нормального уровня целого ряда физиологических констант организма, что фиксируется рецепторами обратной афферентации целого ряда других функциональных систем. Это автоматически "включает" эти функциональные системы, целью которых является обеспечение нормального уровня этих физиологических констант и результатами которых является достижение соответствующего нормального уровня. Так доминирующая потребность в виде цели добыть пищу активирует функциональные системы, целью которых является обеспечение нормального уровня, участвующих в достижении первой цели физиологических показателей.

Легко понять, что не всегда взаимодействие функциональных систем сводится к их иерархии по принципу иерархии результатов. Встречаются и более сложные случаи. Существуют функциональные системы с многопараметрическими результатами, например, функциональная система дыхания. "В отличие от функциональных систем с одним регулируемым показателем такие функциональные системы принципиально не способны сохранить при действии возмущающего фактора постоянство всех параметров своего результата. При отклонении

одного из регулируемых параметров результата, по отношению к которому действует возмущающий фактор, такие функциональные системы осуществляют перестройку других регулируемых параметров" [4,с.56]. Этот случай можно считать обобщением предыдущего, если считать, что результаты могут быть многопараметрическими с определенными возможными взаимными изменениями контролируемых физиологических констант.

Понятно, что одновременно работающие функциональные системы одного уровня иерархии могут взаимодействовать друг с другом. "Для удержания полезного приспособительного результата на оптимальном для организма уровне ... каждая функциональная система объединяет специальные периферические исполнительные аппараты... При этом нередко разные функциональные системы для достижения различных приспособительных результатов могут использовать одни и те же внутренние органы. Так, работа сердца может быть использована как для поддержания постоянного уровня кровяного давления, так и для обеспечения газообмена и т.д." [4,с.46,47]. "В отличие от рецепторов результата, которые, как указывалось выше, обладают подчеркнутой специфичностью и консервативностью, другие элементы функциональных систем пластичны и могут гибко заменять друг друга. Внутри каждой функциональной системы для достижения полезного приспособительного результата имеются широкие возможности чрезвычайной взаимозаменяемости, взаимокompенсации. При выходе из строя одного или нескольких компонентов функциональной системы обеспечение ее конечного приспособительного результата может осуществляться другими ее компонентами" [4, с. 48].

Пластичность функциональных систем еще раз подчеркивает важность понятия цели, так как главное — достижение результата, а каким образом он будет достигнут — это уже дело второстепенное.

3. Целенаправленная деятельность в теории функциональных систем и парадокс цели

Функциональные системы можно условно разбить на две группы: требующие обращения к внешней среде для достижения результата и не требующие такого обращения. К первым относятся пицедобывательная функциональная система, активируемая голодом, функциональная система жажды, половая и т.д., ко вторым относятся функциональные системы пищеварения, выделения, кровяного давления и т.д. Понятно, что "результаты поведенческой деятельности, направленные на удовлетворение внутренних потребностей организма, могут рассматриваться как "подрезультаты" функциональных систем, обеспечивающих основные жизненно важные внутренние метаболические показатели" [4, с.53]. Тем самым целенаправленная деятельность может рассматриваться как составная часть функциональных систем первого типа. Принципиальная разница между двумя типами функциональных систем с точки зрения понятия цели состоит в том, что для функциональных систем второго типа (дыхания, давления, выделения) мы можем предполагать существование генетических механизмов достижения цели и результата, а для систем первого типа мы этого предполагать уже не в праве. Разрешение парадокса цели и определение чем, как и когда достичь цель для функциональных систем второго типа определяется генетически и к объяснению работы таких функциональных систем нам нечего добавить кроме того, что было сказано в предыдущем параграфе. А для функциональных систем первого типа, имеющих дело со сложной внешней средой, требующей обучения, необходимо еще ответить на главный вопрос: как мозг разрешает парадокс цели и как он определяет чем, как и когда можно достичь цель. Для этого в теории функциональных систем вводится целая серия новых понятий, объясняющих организацию целенаправленного поведения.

Более точно различие между функциональными системами первого и второго типа можно проиллюстрировать на следующем примере достижения цели в случае отсутствия опыта. "Возникшее на основе той или иной биологической потребности поведение новорожденного животного строится в полном смысле слова методом "проб и ошибок" ... Поражает направленный поиск новорожденными специальных раздражителей внешней среды, с которыми они практически никогда не встречались. Следовательно, они должны иметь врожденные модели, в которых запрограммированы свойства удовлетворяющих их потребности раздражителей, с которыми осуществляется постоянное сравнение достигнутых результатов" [4,с.74]. "Авторы показали, что непосредственно после рождения первой целенаправленной деятельностью лосенка является освоение вертикальной позы, затем движение в сторону матери, поиск соска, сосание и, наконец, реакция следования" [4,с.85]. Поэтому, сразу после рождения целенаправленное поведение также строится с использованием генетически заложенных форм поведения. Но генетически определяются только требуемая последовательность результатов и некоторый максимально общий способ поведения типа "метода проб и ошибок". Совершенствование и развитие деятельности уже происходит в процессе обучения. "Однако по мере неоднократного удовлетворения животным однотипной потребности механизмы генетической памяти все в большей степени начинают обогащаться индивидуальным опытом данного животного" [4,с.74]. Рассмотрим, как это происходит.

"Согласно П.К.Анохину, центральные механизмы функциональных систем, обеспечивающих Целенаправленные поведенческие акты, имеют однотипную архитектуру" [4,с.73]. Опишем эту архитектуру.

3.1. **Афферентный синтез.** Начальную стадию поведенческого акта любой степени сложности составляет афферентный синтез, включающий в себя синтез мотивационного возбуждения, памяти, обстановочной и пусковой афферентации.

Мотивационное возбуждение. Как мы знаем, постановка цели осуществляется возникшей потребностью. Но в случае целенаправленного поведения она трансформируется в мотивационное возбуждение. "Ведущим возбуждением ... определяющим целенаправленную деятельность даже животных, является **мотивационное возбуждение** (выделено Е.В.), формирующееся на основе ведущей (доминирующей — Е.В.) внутренней потребности" [4, с.73]. "**Доминирующая** потребность всегда воспринимается комплексом специфических рецепторов, расположенных как на периферии, так и непосредственно в центральной нервной системе. С их участием появляется ответственный момент формирования целенаправленного поведения — процесс трансформации внутренней потребности в соответствующее возбуждение мозга. Так возникает доминирующая мотивация. Последняя всегда сопровождается специфическим эмоциональным ощущением (отрицательной эмоцией — Е.В.). Иными словами, в процессе формирования мотивационного возбуждения материальная метаболическая потребность трансформируется в процесс возбуждения мозговых структур" [4,с.113]. Мотивационное возбуждение не есть возбуждение рецепторов потребности, стоящих "на страже" некоторой физиологической константы, — это возбуждение "центральных мозговых структур", инициируемое возникшей потребностью. Проанализируем, зачем такое преобразование нужно.

В случае цели как потребности результатом является восстановление нормального уровня физиологически важного показателя и снятие возбуждения соответствующих рецепторов. В случае целенаправленного поведения результатом является возбуждение специальных рецепторов, сигнализирующих достижение результата (подкрепление). Например, в пищедобывательной функциональной системе рецепторами результата являются рецепторы языка, фиксирующие получение пищи. Подкрепляющие раздражители, кроме того, снимают мотивационное возбуждение и тормозят возбуждение рецепторов

потребности и тем самым фактически приводят к достижению результата в смысле снятия возбуждения обратной афферентации от рецепторов потребности. При этом сама потребность может быть еще не снята, например, питательные вещества еще не попали в кровь и отклонение физиологических констант, ответственных за наличие питательных веществ в крови, остается прежним. Какие рецепторы являются подкрепляющими для той или иной функциональной системы определяется генетически. Возникает вопрос: как связаны между собой мотивационное возбуждение и обратная афферентация о достигнутом результате: ведь они должны быть "комплиментарны" и удовлетворять определению цели.

Объясним на примере пищедобывательной функциональной системы почему потребность трансформируется в мотивационное возбуждение и подкрепляющую обратную афферентацию. После того, как пища попала в рот, дальнейший процесс ее переваривания определяется пищеварительной функциональной подсистемой, которая формируется генетически. Поэтому в целом пищедобывательная функциональная система разбивается на две части: функциональную систему добывания пищи путем целенаправленного поведения и на пищеварительную. Целью и результатом пищеварительной функциональной системы является удовлетворение потребности в питательных веществах. Но для достижения этой цели надо сначала положить пищу в рот, поэтому пищедобывательная функциональная система своими генетически определенными механизмами формирует подцель для целенаправленного поведения: добыть пищу и положить ее в рот. Эта цель достигается функциональной подсистемой добывания пищи, которая формируется путем "выноса" потребности в центральную нервную систему в виде мотивационного возбуждения голода и специальных рецепторов языка, фиксирующих достижение результата при попадании пищи в рот. Такой "вынос" необходим, так как целенаправленное поведение может быть организовано только всей центральной нервной системой. Хотя

цель (мотивационное возбуждение) и результат (подкрепление) теперь уже обеспечиваются разными рецепторными аппаратами, тем не менее они находятся в "комплиментарном" взаимоотношении и удовлетворяют определению цели как критерию наличия. Отсутствие вполне определенного наличия, например, пищи, ставит цель в виде мотивационного возбуждения голода. Достижение же результата, при попадании пищи в рот, фиксируется возбуждением рецепторов языка. Полученный результат снимает мотивационное возбуждение и тормозит рецепторы потребности, что и означает, что цель достигнута. Поэтому **мотивационное возбуждение и есть цель, ставящаяся перед организмом в случае целенаправленного поведения.**

Как и для потребностей, мотивационное возбуждение не только ставит цель, но и энергетически обеспечивает достижение цели. "Отрицательная эмоция, сопровождающая мотивацию, имеет важное биологическое значение. Она мобилизует усилия животного на удовлетворение возникшей потребности... отрицательные эмоциональные ощущения способствуют более быстрому нахождению животным подкрепляющего агента" [4,с.91].

Однако, энергетическим воздействием обладают не только отрицательные эмоции, но и положительные. При целенаправленной деятельности достижение результата и действие подкрепляющего стимула субъективно ощущается появлением положительной эмоции. "Удовлетворение потребности (действие подкрепляющего раздражителя на организм (сигнализирующего о достижении результата — Е.В.)), наоборот, всегда связано с **положительными эмоциональными переживаниями** (выделено Е.В.)" [4,с.91]. Но положительные эмоции играют не только эту роль. При целенаправленном поведении, для которого, как правило, нет генетически определенных форм поведения и надо обучиться достигать результат, необходимо запомнить ту последовательность возбуждений, которая привела к достижению результата. Поэтому, положительные эмоции имеют еще и подкрепляю-

щую (санкционирующую) функцию. "Биологическое значение положительной эмоции при удовлетворении потребностей понятно, поскольку они как бы санкционируют успех поиска. Однако, этим такое значение не ограничивается. Положительные эмоции фиксируются в памяти и впоследствии, как своеобразные "представления" о будущем результате, появляются всякий раз при возникновении соответствующей потребности. Обученный неоднократно удовлетворением своих потребностей организм впоследствии стимулируется к целенаправленной деятельности не только отрицательной эмоцией мотивационного состояния, но и представлением о той положительной эмоции, которая связана с возможным будущим подкреплением" [4, с.91,92]. Поэтому, если мы знаем, как достичь цели, например, знаем, что "утолить жажду можно водой", и знаем, как это сделать, то достижение цели будет обеспечиваться не только воздействием мотивационного возбуждения, но и энергетическим влиянием от предвосхищения положительной эмоции "аппетитом". Таким образом, достижение цели будет обеспечиваться сразу двумя эмоциональными воздействиями - положительным и отрицательным, так сказать, "кнутом и пряником".

Память. Память — второй компонент афферентного синтеза. Как уже отмечалось, при действии подкрепляющего раздражителя, означающего факт достижения результата, закрепляется та последовательность возбуждений, которая привела к достижению этого результата. "...Извлечение прошлого опыта из памяти происходит по той же нейрохимической трассе, по которой он был зафиксирован в момент приобретения опыта" [4, с.91].

При подкреплении фиксируется вся последовательность возбуждений, приводящая к цели, начиная с мотивационного возбуждения. Возникновения мотивационного возбуждения достаточно для "извлечения из памяти" всех предыдущих последовательностей действий, приведших к достижению результата и подкреплению. Мотивационное возбуждение обладает, кроме того, химиче-

ской специфичностью, позволяющей "извлекать из памяти" все пути достижения только той цели, которая ставится данным мотивационным возбуждением. "Каждая мотивация строится специфическими по своему химическому метаболизму восходящими активирующими влияниями соответствующих подкорковых центров на кору головного мозга. А это, в свою очередь, приводит к тому, что с помощью мотивационных влияний животные производят активный отбор только специальных раздражителей внешнего мира для удовлетворения своих доминирующих потребностей" [4, с.79,80].

Обстановочная афферентация. При фиксации следа в памяти фиксируется и та обстановка в которой удалось получить результат. Эта обстановка фиксируется, наряду с мотивацией, как **необходимые условия**, требуемые для достижения результата. Поэтому мотивационное возбуждение в данной обстановке "извлекает из памяти" только те способы достижения цели, которые возможны в данной обстановке. Таким образом, обстановочная афферентация при взаимодействии с извлеченным из памяти опытом определяет, **что и как можно сделать** в данной обстановке для достижения цели.

Пусковая афферентация. Четвертым компонентом афферентного синтеза является пусковая афферентация. По смыслу она также является обстановочной афферентацией, только связанной не со стимулами обстановки, а со временем и местом достижения результата. "Ее значение заключается в том, что специальные раздражители вскрывают сформированную на основе взаимодействия мотивационного, обстановочного возбуждения и механизмов памяти так называемую предпусковую интеграцию. Эти пусковые раздражители приурочивают, таким образом, целенаправленную деятельность к определенному месту и времени" [4, с.75]. Поэтому пусковая афферентация отвечает на вопрос, когда можно достичь результат.

"Итак, на стадии афферентного синтеза решается несколько вопросов: что (можно — Е.В.) делать (на основе сопоставления внешних и внутренних раздражителей),

как делать (на основе памяти) и когда делать (на основе действия пусковых раздражителей)" [4,с.80]. Заметим, что понимание того, что афферентный синтез отвечает на вопросы что, как и когда делать, имеется у создателей теории функциональной системы, но ввиду отсутствия ясного понимания понятия цели, они не связываются с парадоксом цели.

Таким образом, на стадии афферентного синтеза в значительной степени разрешается парадокс цели и определяется, что, как и когда можно делать для достижения цели. Таким образом, мотивационное возбуждение как цель, с учетом имеющегося опыта и обстановки, сама автоматически разрешает парадокс цели и определяет чем, как и когда ее достичь. "Вытягивая" из памяти весь накопленный опыт, мотивационное возбуждение как цель преобразуется в конкретную цель, определяющую способ своего достижения. Конкретная цель называется в теории функциональных систем "высшей мотивацией".

3.2. Принятие решения. На стадии афферентного синтеза мотивационным возбуждением может быть извлечено из памяти (в данной обстановке) множество способов достижения цели. На стадии принятия решения выбирается только один из этих способов — некоторый конкретный план действий. "В соответствии с исходной потребностью на стадии принятия решения избирается только одна конкретная линия поведения" [4, с.80].

Как происходит принятие решения в теории функциональных систем, до конца не исследовано. И это не случайно, так как принятие решения очень тонкий процесс и должно учитывать:

- надежность опыта и возможность его применимости в данной ситуации (вероятностное прогнозирование, оцениваемое эмоциями [1]);

- суммарные энергетические затраты того или иного способа достижения Цели с учетом информационной определенности возможности достижения цели (переключающая функция эмоций [5,6], основанная на вероятностном прогнозировании [1]);

- извлечение из памяти большего опыта, включая доминантные (генетически определенные) формы поведения в случае недостаточного опыта, дефицита информации или при сильных отрицательных эмоциях (компенсаторная функция эмоций [5,6]).

Учет этих условий требует дополнительного принципа работы мозга [1] и, естественно, выходит за рамки теории функциональных систем и данной работы.

3.3. Акцептор результатов действия. Пусть выбран некоторый конкретный план действий. Он еще не гарантирует нам, что конечный результат обязательно будет достигнут. И даже не гарантирует, что любой из промежуточных результатов действий также будет достигнут. Конечный результат может быть достигнут только если каждый из промежуточных результатов плана действий будет достигнут. Мотивационное возбуждение "извлекает из памяти" также всю последовательность и иерархию результатов, которые должны быть получены для выполнения плана действий. Эта последовательность и иерархия результатов названа в теории функциональных систем акцептором результатов действия. "Именно доминирующая мотивация "вытягивает" (посредством памяти — Е.В.) в аппарате акцептора результатов действия весь накопленный опыт до конечного, удовлетворяющего лежащую в ее основе потребность, результата, создавая определенную модель или программу поведения (на основе уже принятого решения — Е.В.). С этих позиций модель акцептора результатов действия представляет собой доминирующую потребность организма, трансформированную в форме опережающего возбуждения мозга (выделено Е.В.), как бы в своеобразный комплексный "рецептор" (выделено Е.В.) соответствующего подкрепления" [4, с. 82]. "Кроме того, следует отметить, что в акцепторе результатов действия программируется не только континуум результатов поведения, но и вся мозаика действий, направленных на достижение каждого результата" [4, с. 84].

Таким образом, мотивационное возбуждение, преобразуясь в конкретную цель, извлекает из памяти также и **конкретный результат** этой конкретной цели, которым является вся последовательность и иерархия результатов, которые должны быть получены в процессе достижения конкретной цели и выполнения плана действий, т.е. акцептор результатов действия. **Поэтому акцептор результатов действия и есть конкретный результат данной конкретной цели.** Однако, акцептор результатов действия определяется в теории функциональных систем несколько иначе.

"Формирование "цели" в центральной архитектуре поведенческого акта связано с построением следующей стадии системной организации поведенческого акта аппарата предвидения будущего результата (всей последовательности и иерархии результатов), удовлетворяющего доминирующую потребность, — аппарата акцептора результатов действия" [4, с. 81]. "Итак, формирование предвидения будущего результата в функциональных системах — акцептора результатов действия — представляет собой физиологический аппарат формирования цели" [4, с. 87].

Определение цели П.К.Анохиным и наше определение конкретной цели существенно отличаются, хотя оба они являются акцепторами результатов действия. Во-первых, мотивационное возбуждение у П.К. Анохина никак не участвует в определении цели. Во-вторых, под целью Анохин понимает не только сам результат и "всю мозаику действий", но и его предвидение. Предвидение здесь может пониматься в двух смыслах: во-первых, как ожидание достижения результата (соответствующей обратной афферентации) и, во-вторых, как предсказание получения конечного результата, основанного на "принципе опережающего отражения действительности". На самом деле оба этих смысла объединены в понятии предвидения — это и ожидание результата, и его предсказание. Как следует из определения акцептора результатов действия как конкретной цели для этого не требу-

ется введение понятия предвидения. Тем более, что кроме декларации и описания принципа опережающего отражения действительности, мало что фактически говорится о том, как такое предсказание осуществляется. При описании самой целенаправленной деятельности понятие предвидения фактически не используется: "...На пути к удовлетворению ведущей потребности организм встречает и активно исследует многочисленные раздражители. Каждый из таких раздражителей своими физическими, химическими, биологическими и другими параметрами действует на соответствующие органы чувств животного и вызывает у него комплекс афферентных возбуждений. Эта сигнализация снова выступает в роли "обратной афферентации", поскольку она все время сравнивается с "заготовленными" свойствами акцептора результатов действия. Если комплекс афферентных возбуждений от параметров внешнего раздражителя не соответствует закодированным в определенной форме нервного возбуждения параметрам акцептора результатов действия, поисковое действие животного во внешней среде продолжается. Оно прекращается только в том случае, если параметры результата действия, поступающие в центральную нервную систему в форме соответствующей обратной афферентации, будут полностью соответствовать свойствам акцептора результатов действия. Только в этом случае организм прекращает поиск и может переключаться на другую деятельность" [4, с. 89].

Преобразование мотивационного возбуждения как цели в конкретную цель, а подкрепления как результата — в конкретный результат (акцептор результатов действия) на основании имеющегося опыта и учета данной обстановки преобразует парадоксальную цель, для которой не определено чем, как и когда достигать цель, в "непарадоксальную" конкретную цель, в которой конечная цель (и результат) разбиты на подцели (и подрезультаты) так, что для каждой подцели уже известно чем, как и когда ее достигать на основании имеющегося опыта (в том числе генетического для новорождённого). Но парадоксаль-

ность определения цели этим полностью не снимается, так как даже если мы знаем по прошлому опыту, что цель (результат) достигается таким-то действием, то у нас нет и в принципе не может быть никакой гарантии, что и в этот раз данное действие приведет к этому же результату. Поэтому даже в случае наличия опыта понятие цели сохраняет свое значение как критерия наличия и достижения результата и не может быть заменено на, например, просто последовательность действий. Приведет ли некоторая последовательность действий к результату или не приведет всё равно должно быть проверено некоторым критерием. Поэтому даже преобразуясь в конечную цель понятие цели и конечного результата сохраняют свое значение.

При преобразовании цели в конечную цель происходит увеличение числа промежуточных результатов. Это происходит в процессе обучения и совершенствования целенаправленной деятельности. Как это происходит, будет рассмотрено при обсуждении ориентировочно-исследовательской реакции.

3.4. Эффекторные механизмы функциональных систем. Как выполняется план действий? "Стадия формирования акцептора результатов действия динамически последовательно сменяется формированием самого целенаправленного действия. Однако, ему предшествует стадия, когда действие уже сформировано как центральный процесс, но внешне еще не реализуется... По-видимому, наиболее удачно отражает семантический смысл этой стадии название "*стадия афферентного синтеза*". На этой стадии за счет центральных возбуждений осуществляется динамическое объединение соматических и вегетативных функций в целостный поведенческий акт" [4, с. 88].

Так как реальная ситуация всегда чем-то отличается от тех ситуаций, которые были извлечены из памяти и учтены в процессе принятия решений как наиболее адекватные данной ситуации, то неизбежно могут возникать "рассогласования" между ожидаемыми результатами и реально поступающей обратной афферентацией о резуль-

татах совершенных действий. "Оценка результата действия происходит с помощью активной ориентировочно-исследовательской деятельности и эмоциональных ощущений. Ориентировочно-исследовательская реакция возникает и усиливается во всех случаях, когда результат совершенного действия неожиданно не соответствует свойствам сформированного на основе афферентного синтеза акцептора результатов действия, т.е. при возникновении "рассогласования" в поведенческой деятельности. Благодаря включению такой реакции немедленно перестраивается афферентный синтез, принимается новое решение, строится новая программа действия и поиск продолжается в новом направлении до тех пор, пока результаты совершенного действия не совпадут полностью или в значительной степени со свойствами акцептора результатов действия" [4, с.90,91].

Ориентировочно-исследовательская реакция будет отдельно рассмотрена ниже. Заметим, что при рассогласовании поступающей "обратной афферентации" с ожидаемой акцептором результатов действия афферентацией происходит перестройка афферентного синтеза и принимается новое решение, что означает формирование новой конкретной цели, хотя мотивационное возбуждение и соответствующая конечная цель остаются теми же самыми.

"Целенаправленный поведенческий акт, таким образом, заканчивается последней санкционирующей стадией. На этой стадии при действии раздражителя, удовлетворяющего ведущую потребность, — подкрепления в общепринятом смысле — параметры достигнутого результата через раздражения соответствующих рецепторов... вызывают потоки обратной афферентации, которая по всем своим свойствам соответствует ранее запрограммированным свойствам подкрепляющего раздражителя в акцепторе результатов действия. При этом удовлетворяется ведущая потребность и поведенческий акт заканчивается" [4, с. 89,90].

При подкреплении каждый раз фиксируется "след" всех возбуждений, приведших к достижению результата, и, тем самым, реализованный план действий "вносится" в память.

3.5. Ориентировочно-исследовательская реакция и ее роль в обогащении акцептора результатов действия. Как происходит увеличение числа промежуточных результатов в процессе обучения и совершенствования целенаправленной деятельности? При постановке любой цели, фиксируется только ее конечный результат. Сама цель, как мы знаем, ничего не говорит о том, чем, как и когда ее можно достичь. Как же тогда можно обучиться тому, что для достижения некоторой цели необходимо достичь еще некоторые промежуточные цели? Из определения самой цели процесс разбиения ее на подцели никак не следует. Организм решает эту задачу созданием специальной, генетически определенной исследовательской деятельности организма, называемой ориентировочно-исследовательской реакцией. Эта реакция, как показано в [2], является целостной деятельностью организма и специфической функциональной системой, имеющей свой собственный результат. Рассмотрим, как с ее помощью происходит процесс обогащения целенаправленной деятельности и акцептора результатов действия.

Во-первых, ориентировочно-исследовательская реакция стремится к тому, чтобы все окружающие животное раздражители были известны. "В новой неизвестной обстановке ... поведение строится с использованием выраженной ориентировочно-исследовательской деятельности. На основе имеющейся потребности животные активно исследуют все ранее неизвестные раздражители окружающей среды ..." [4, с. 124]. Заметим, что исследуются не только раздражители внешней среды, но и возможности самого организма. Например, при обучению ходьбе или в играх детей собственными активными действиями по методу "проб и ошибок" обследуются возможно-

сти всего двигательного аппарата, органов восприятия и всего организма. Как исследовательская деятельность, так и собственные активные действия являются проявлением активности центральной нервной системы. Результатами такой деятельности являются воспринятые многообразные раздражители как от исследовательской деятельности, так и от последствий (пока еще не являющихся результатами) собственных действий.

Во-вторых, все обследованные раздражители и последствия собственных действий "связываются" по типу условного рефлекса с конечным результатом. Проиллюстрируем это на классическом примере выработки условного рефлекса.

"Пусть a будет избранный нами условный сигнал, скажем звонок, тогда b, c и d соответственно будут стуком кормушки, видом хлеба и действием хлеба на вкусовые рецепторы языка (безусловный раздражитель)... Первоначально каждый из последовательно действующих раздражителей, связывающих непрерывной цепью сигнал с кормлением, вызывает специфическую ориентировочно-исследовательскую реакцию... Но уже после нескольких сочетаний сигнала (следовательно, и этой цепочки раздражений) с кормлением происходит постепенное объединение их возбуждений в коре головного мозга в одну непрерывную линию a, b, c, d . В результате такой связи достаточно подействовать раздражителю a , как процесс возбуждения немедленно распространится до последнего звена d , что и вызывает условную секрецию... Специальное внимание следует обратить на тот факт, что в конечной фазе выработки рефлекса все ориентировочно-исследовательские реакции, возникшие на промежуточных этапах... устраняются (угасают), и процесс условного возбуждения беспрепятственно распространяется до конечного звена d ("корковсе представительство безусловного подкрепления")" [2, с. 348].
"...Связывание их (раздражителей a, b, c, d — Е.В.) и есть функция (и результат — Е.В.) ориентировочно-исследовательской реакции" [2, с. 349].

Многообразные раздражители, воспринимаемые в процессе ориентировочно-исследовательской реакции, при многократном их подкреплении либо неподкреплении (при достижении цели либо ее недостижении) приведут к селекции этих раздражителей (вместе с теми исследовательскими или активными действиями, которые их порождают) на те, которые приводят к конечному результату, и те, которые с конечным результатом никак не связаны. Этот процесс называется "сужением афферентации". При этом последовательность действий постепенно автоматизируется, удаляя излишние исследовательские действия, "пробы и ошибки" и излишние промежуточные действия не необходимые для достижения результата.

"Этот процесс автоматизации постепенно наступает в результате того, что мы называли "сужением афферентации". Количество афферентирующих моментов извне, которые раньше животное активно выискивало, теперь уменьшается, и процесс идет автоматически по всему ряду связанных центров ... При этих условиях ориентировочно-исследовательская реакция не возникает" [2, с. 349,350].

При сужении афферентации, результатом исследовательской деятельности уже не будет все многообразие раздражителей, а только вполне определенные раздражители, например, ожидание звонка, стука кормушки или вида хлеба. Результатами же собственных действий также уже не будут все последствия действий, а только фиксация движения к кормушке и поедания хлеба (ощущение пищи рецепторами языка).

Заметим, что раздражители, фиксирующие промежуточные результаты действия, в такой же степени являются сигнальными для достижения конечного результата, что и звонок, так как не достигнув результата какого-то промежуточного действия нельзя надеяться и на достижение конечного результата. Поэтому результат некоторого промежуточного действия является сигналом для развертывания остальной последовательности действий по достижению конечного результата. Таким

образом, "суженная афферентация" и является результатом тех исследовательских и собственных действий, приводящих к достижению цели более обученным и совершенным образом, т.е. результатом ориентировочно-исследовательской реакции. Множество этих новых результатов и обогащает акцептор результатов действия, превращая цель, поставленную мотивационным возбуждением, в конкретную цель.

Когда функциональная система удовлетворения некоторой потребности в некоторой стандартной обстановке сформирована, ориентировочно-исследовательская реакция угасает. Это, прежде всего, означает, что нет новых раздражителей, которые надо обследовать, т.е. все известно и, кроме того, известно, как достичь результат в данной обстановке. То есть мотивационное возбуждение автоматически преобразуется в конкретную цель и конкретный результат (акцептор результатов действия).

4. Теория схем восприятия У.Найсера

Покажем, что схемы восприятия У.Найсера, описывающие процесс восприятия, на психологическом уровне, также связаны с парадоксом цели.

Зададимся вопросом: **что мы видим?** Рассмотрим пример из [8]. "Мы записали на видеоманитофон две "игры" (например, футбол и хоккей — Е.В.), а затем с помощью зеркала осуществили полное визуальное наложение двух передач — как если бы на телевизионном экране одновременно демонстрировались два канала ... Испытуемых просили наблюдать за одной игрой и игнорировать другую, нажимая на ключ при каждом целевом событии (например, при каждом ударе по мячу, шайбе — Е.В.) в наблюдаемой игре... При темпе 40 целевых событий в минуту было одинаково легко следить за игрой независимо от того, демонстрировалась она вместе с другой или отдельно. Количество ошибок составляло примерно 3% ... Естественность этой задачи и отсутствие интерференции со стороны второго эпизода просто удивительны.

Испытуемый не видит иррелевантную игру (выделено Е.В.) ... Каким образом это возможно? Циклическая модель восприятия позволяет легко объяснить эти результаты" [8,с.103-105].

"Циклическая модель восприятия" как результат непрерывного функционирования перцептивного цикла определена в [8,с.42] следующим образом: "По моему мнению, важнейшими для зрения когнитивными структурами являются предвосхищающие схемы, подготавливающие индивида к принятию информации строго определенного, а не любого вида и, таким образом, управляющие зрительной активностью. Поскольку мы способны видеть только то, что умеем находить глазами, именно эти схемы (вместе с доступной в данный момент информацией) определяют, что будет воспринято ... В каждый момент воспринимающим конструируются предвосхищения некоторой информации, делающие возможным для него принятие ее, когда она оказывается доступной. Чтобы сделать эту информацию доступной, ему часто приходится активно исследовать оптический поток, двигая глазами, головой или всем телом. Эта исследовательская активность направляется все теми же предвосхищающими схемами, представляющими собой своего рода планы для перцептивных действий, так же, как и готовность к выделению оптических структур некоторых видов. Термин "восприятие" относится ко всему циклу, а не к какой-то отдельной его части" [8,с.44].

Из приведенных цитат следует, что **предвосхищающие схемы** и есть цель, ставящаяся в процессе восприятия. Точнее целью является только "готовность" к выделению "строго определенной" информации, а сама предвосхищающая схема является конкретной целью (см. анализ теории функциональных систем), содержащей в себе также "план перцептивных действий" по сбору этой информации, т.е. план достижения цели. Поэтому в понятии предвосхищающей схемы объединены как сама цель, так и план ее достижения. Парадокс цели здесь как бы снят, так как вместе с самой целью предвосхищающая

схема содержит также и план достижения цели, отвечающий на вопрос чем, как и когда достичь цель. Но этот парадокс возникает в восприятии в другом виде. Планы перцептивных действий откуда-то же должны браться. Поскольку мы можем видеть только то, что предвосхищаем, то возникает следующий парадокс восприятия: мы можем видеть только то, что предвосхищаем, но мы можем предвосхищать только то, что научились видеть. Здесь очевидно есть замкнутый круг. В терминах понятия цели парадокс восприятия выглядит так: мы видим только то, что является целью восприятия, но предвосхищать и значит ставить перед восприятием цель; воспринять некоторую "определенную информацию" мы можем только тогда, когда мы уже знаем, что должно быть результатом — "определенной информацией". Знать о ней мы можем только восприняв ее раньше, предвосхищая ее в некотором предыдущем акте восприятия, в противном случае мы ее просто не увидим и она будет проигнорирована. Целью этого предыдущего предвосхищения и восприятия может быть только восприятие большего объема "определенной информации", включающей в себя "определенную информацию" последующего акта восприятия. То есть в этом замкнутом кругу "определенная информация" может только сужаться, но первый акт восприятия объяснить всё равно невозможно, так как всю информацию, как утверждает У.Найсер, воспринять нельзя, так как воспринимается только то, что предвосхищается.

Восприятие одной из игр в предыдущем примере объясняется в [8] с помощью перцептивного цикла: "Только эпизод, на который обращено внимание, включен в цикл предвосхищения, обследований и сбора информации; в результате только он и воспринимается. **Внимание — это не что иное, как восприятие** (выделено Е.В.); мы выбираем то, что хотим видеть, предвосхищая структурированную информацию, которая будет при этом получена. А что же в таком случае происходит с игнорируемой информацией? Вообще говоря, с ней ничего не происходит. Она разделяет судьбу многих видов информации,

для которых у нас нет схем: мы просто не воспринимаем ее" [8,с.103-105]. "Старая шутка о том, что оптимист видит бублик, а пессимист — дырку от бублика, не означает, что кто-то из них неправ" [8,с.64]. "Схема — это та часть полного перцептивного цикла, которая является внутренней по отношению к воспринимающему, ... схема принимает информацию, как только последняя оказывается на сенсорных поверхностях, и изменяется под влиянием этой информации; схема направляет движения и исследовательскую активность, благодаря которым открывается доступ к новой информации, вызывающей в свою очередь дальнейшие изменения схемы" [8,с.73].

Для дальнейшего анализа понятия схемы необходимо еще уточнить понятия "оптический поток", "определенная информация", "структурированная информация", позаимствованные У.Найсером из Экологической оптики Дж.Гибсона [9], друга У.Найсера. Хотя теории восприятия У.Найсера и Дж.Гибсона несовместимы, тем не менее У.Найсером учтены многие новшества теории Дж.Гибсона. "Гибсоновская теория восприятия начинается не с сетчатого изображения. Она начинается с рассмотрения света, отражаемого от объектов и доступного для анализа в любой точке пространства. Сложные структурные свойства этого потока света определяются природой и положением объектов. Эта структура и специфицирует данные объекты, информация о них содержится в свете. Когда наблюдатель или объект движутся, некоторые характеристики потока света остаются инвариантными, тогда как другие меняются; эти инвариантные во времени характеристики еще более специфицируют топографию среды. **Наблюдатель воспринимает благодаря тому, что он попросту "улавливает" эти инварианты (выделено Е.В.)** (в этом высказывании достаточно грубо и состоит точка зрения на восприятие Дж. Гибсона — Е.В.). Может быть, ему и приходится специально искать информацию, но у него нет нужды перерабатывать ее, поскольку она вся уже содержится в свете" [9,с.40].

Тот факт, что предвосхищение есть конкретная цель, подтверждается анализом восприятия значений. Восприятие значений объясняется У.Найсером существованием "специфической готовности" к их восприятию. "В нормальном окружении большинство доступных восприятию объектов и событий обладают значением. Они предоставляют разнообразные возможности для действия: указывают на то, что уже случилось или еще должно случиться. Эти значения могут восприниматься и действительно воспринимаются. Мы видим, что данное выражение лица представляет собой циничную усмешку, или что предмет на столе — ручка..." [8,с.91]. "Дж.Гибсон пытается решить проблему восприятия значения с помощью понятия предоставления... Он считает, что все потенциальные способы использования объекта — предоставляемые им возможности действия — могут быть непосредственно восприняты. Инвариантные характеристики светового потока специфицируют, что пол позволяет ходить по нему, ручка дает возможность писать и т.д." [8,с.93]. У.Найсер следующим образом модифицирует определение Дж.Гибсона: "Трудность, связанная с этим определением (определением Дж.Гибсона — Е.В.), состоит в том, что предоставляемые объектом возможности — или, иначе, его значение — зависят от того кто его воспринимает. Каждый естественный объект может иметь огромное множество способов употребления и потенциальных значений, и каждый световой поток специфицирует бесконечное множество возможных свойств. Воспринимающий делает выбор из этих свойств и предоставлений благодаря специфической готовности к восприятию некоторых из них. Восприятие значения, подобно восприятию других аспектов среды, зависит от осуществляемого посредством Схем управления процессом сбора информации" [8,с.92]. "Увидите ли вы значение улыбки или только ее форму, зависит от того, в какой перцептивный цикл вы вовлечены ..." [8,с.93].

В понятии значения опять смешиваются две принципиально различные вещи: воспринимаемая информация

и перцептивные действия по ее восприятию, т.е. цель и способ ее достижения. Ведь если значение содержит "все потенциальные способы использования объекта" и действий с ним, то в них включены и все перцептивные действия и, значит, воспринимаемая информация мы одновременно воспринимаем и "все потенциально возможные (перцептивные) действия" с ним. Таким образом, результат восприятия в виде "определенной" информации, содержит в себе и информацию о всех других способах перцептивных действий по восприятию данного объекта. Тем самым, результат содержит в себе информацию о способах своего достижения. Это, без сомнения, очень удобная точка зрения, но неверная, так как результат и действия по достижению результата, вообще говоря, никак не связаны (см. анализ теории функциональных систем). Кроме того, она всё равно не снимает парадокса восприятия, так как для того чтобы воспринять "определенную информацию", которая может дать нам всю информацию о дальнейших перцептивных действиях по восприятию, нам все равно необходимо предвосхищение этой "определенной информации", что бы ее воспринять. Поэтому, первый акт восприятия остается необъяснимым. В дополнение подчеркнем, что никакого специального когнитивного процесса категоризации, обобщения или идеализации в понятии схемы не предусматривается. Это в чистом виде "выбор" из "бесконечного множества возможных свойств" некоторого подмножества. В этом принципиальное отличие теории У.Найсера от теорий восприятия, основанных на внутренней переработке информации.

Предвосхищение проявляется еще в **воображении и образах**. "Восприятие представляет собой циклическую активность, включающую в себя фазу предвосхищения; а воображение — это только предвосхищение (выделено Е.В.)" [8, с.162]. Тем самым сама постановка конкретной цели по восприятию определенного подмножества свойств субъективно проявляется в воображении. "Воображение не есть восприятие, но образы действительно представляют собой дериваты перцептивной активности. Конк-

ретно они представляют собой предвосхищающие фазы этой активности, схемы, которые воспринимающий вычленил из перцептивного цикла для других целей. Воображение не смешивается обычно с восприятием, потому что последнее предполагает непрерывный сбор информации. Только когда этот процесс прерван или отсрочен, могут появиться образы. Поскольку это происходит неизбежно и регулярно во время локомоций, когнитивные карты являются наиболее широко используемым и наименее спорным видом умственных образов" [8,с.144]. "Образы — это не картинки в голове, а планы сбора информации из потенциально доступного окружения (выделено Е.В.)" [8,с.145]. "Экспериментально установлено, что люди, представляющие закономерно происходящие движения, характерные, например, для игры в настольный теннис, действительно склонны осуществлять ожидаемые в такой ситуации движения глаз. То же относится и к спящим, как это можно было бы ожидать" [8,с.161]. "Я полагаю, что переживание наличия образа представляет собой внутренний аспект готовности к восприятию воображаемого объекта и что различия между людьми в природе и качестве их образов отражают различие информации, к сбору которой они подготовились. Некоторые люди находят естественным утверждать, что они "видят" свои образы, другие же полностью отвергают такую терминологию" [8,с.144].

Таким образом, предвосхищение как конкретная цель проявляется в воображении в виде образов, которые и представляют собой, в соответствии с определением конкретной цели, "планы сбора информации" вместе с "готовностью" к ее восприятию.

Вернемся к парадоксу восприятия. Скажем сразу, что этот парадокс У.Найсером не разрешается. Он не отвечает на вопрос о том, откуда берется первый акт восприятия. Но может быть он отвечает на вопрос о том, как совершенствуются схемы? В теории функциональных систем мы подробно анализировали вопрос совершенствования функциональных систем и автоматизации деятельно-

сти с помощью ориентировочно-исследовательской реакции. У.Найсер тоже, вроде бы, рассматривает этот вопрос для схем: "Так, когда мы впервые садимся за руль, управление машиной требует всего нашего внимания. Позднее опытный водитель переключает скорость, делает повороты и обгоняет грузовики, не прекращая бурно обсуждать, скажем, какую-нибудь психологическую теорию. Многие квалифицированные машинистки могут разговаривать во время перепечатки, однако, маловероятно, чтобы они могли это делать без продолжительной практики ... Большинство взрослых говорят и думают, надевая пальто или завязывая шнурки, чего не могут делать малыши ..." [8,с.110].

Но на самом деле У.Найсер не рассматривает вопрос совершенствования одной схемы, а рассматривает только вопросы взаимодействия, модификации и иерархической организации различных схем.

Совершенствование навыков У.Найсер объясняет следующим образом: "Испытуемые читали про себя рассказы и одновременно писали слова, которые диктовал им одно за другим экспериментатор (новое слово предъявлялось сразу после того, как записывалось предыдущее). Сначала, как и можно было ожидать, двойная задача казалась испытуемым трудной — они читали гораздо медленнее, чем в обычных условиях. Однако спустя шесть недель нормальная скорость чтения восстановилась. Тщательная проверка показала, что чтение было при этом вполне осознанным" [9,с.108]. Этот пример показывает, что две "конкурирующие" схемы могут после некоторой тренировки быть выстроены в иерархию, когда осознается и является главенствующей только одна схема, а вторая остается "за пределами сознания". Этот пример объясняет, почему многие квалифицированные машинистки могут разговаривать во время перепечатки, а также почему взрослые говорят, когда завязывают шнурки, но это не может объяснить, почему совершенствуется одна схема, например, вождения автомобиля. Вопрос

совершенствования некоторой конкретной схемы также остается за пределами теории У.Найсера.

Другим способом взаимодействия схем является их модификация.

"В экспериментальной процедуре, называющейся "Метод парных ассоциаций", испытуемый заучивает большое число пар слов (например, "акула — колыбель") до тех пор, пока он не окажется в состоянии вспомнить второй член любой пары в ответ на предъявление первого. Список из 20 таких пар приходится повторять много раз, если заучивать его обычным способом. Заучивание происходит гораздо быстрее, если просить испытуемого формировать умственные образы каждой пары, отображающие взаимодействие ее членов: например, зрительно представить себе акулу в колыбели или грызущую колыбель. Метод не будет работать, если два объекта просто представлены один рядом с другим; они обязательно должны находиться во взаимодействии... Такие мнемонические приемы основаны на схемах объектов... восприятие, подобно локомоции, является циклической активностью, включающей в себя фазы предвосхищения и сбора информации. Любая отсрочка между предвосхищением и сбором вызывает состояние нерезализованной перцептивной готовности, внутренним аспектом которой является умственный образ. Сформировать у себя образ акулы в колыбели — значит приготовиться к рассматриванию акулы в колыбели ... Когда два объекта находятся в тесной пространственной связи, перцептивный цикл развертывается совершенно иначе, чем это произошло бы, если бы каждый был виден по отдельности. Следовательно, схема нашего объекта оказывается модифицированной, когда мы предвосхищаем возможность увидеть ее в каком-то конкретном контексте. Мы все ежедневно осуществляем такие модификации. Тот факт, что я, например, оставил свою любимую трубку в пепельнице в гостинице, означает, что в мои ближайшие планы поисков трубки входило, помимо прочего, намерение посмотреть на ("около", "в") пепельницу. Когда я сейчас пытаюсь вспомнить, где

я мог ее оставить, моя схема трубки отражает эти перцептивные планы, т.е. возникает образ трубки в пепельнице" [8,с.152-154].

Модификация схем позволяет до некоторой степени объяснить и процесс дифференциации — создания все более точных схем. "Поскольку я нахожусь в своем собственном кабинете, я все в нем уже видел... Если я сейчас смотрю на что-либо, то только для того, чтобы лучше рассмотреть это, увидеть какие-то ранее не замечавшиеся мною детали. В настольной лампе, например, оказывается, есть маленькие вентиляционные отверстия, которые я раньше никогда не замечал. Но я приблизительно знаю размер, форму и положение лампы и особенно то, что это — лампа. Иными словами, у меня изначально была схема лампы, направлявшая мою зрительную активность, в которую была включена новая информация, полученная благодаря взгляду на лампу. Существующая структура ожиданий была модифицирована этой информацией" [8,с.82]. Заметим, что для восприятия отверстий уже есть схемы, поэтому данная модификация схемы лампы может быть рассмотрена как частный случай модификации схем путем их взаимодействия.

Схемы развиваются не только путем уточнения (дифференциации), но и путем организации их иерархий наподобие тех, что существует для функциональных систем. "Подобно тому, как у меня есть схема объекта, принимающая информацию о настольной лампе и направляющая дальнейшее ее обследование, у меня есть также когнитивная карта всего моего кабинета и его местоположения, чтобы принимать информацию о кабинете и направлять мои движения в нем. Схема лампы составляет часть более широкой ориентировочной схемы, подобно тому, как сама лампа является лишь частью реального окружения" [8, с.127]. "Действия всегда иерархически включены в еще более широкие действия и мотивируются их предвосхищениями на различных уровнях организации схем ..." [8, с.129]. Заметим, что более широкая схема находится во взаимодействии со всеми включенными в нее схемами и,

следовательно, все включенные в схему подсхемы автоматически активизируются при активации самой схемы. При этом подсхемы включены в контекст включающей их схемы. Схема лампы, вызванная схемой кабинета, и схема лампы, вызванная схемой офиса, — это могут быть совершенно разные схемы лампы, хотя обе воспринимаются как лампы.

Итак, схемы образуют иерархию, в которой максимальными схемами являются схемы-мотивы, пространственно-временные схемы города, страны, "образ мира" и т.д. Но как объяснить возникновение и совершенствование самих схем остается неизвестным. Тем самым нет ответа и на главный вопрос: Что мы видим? Какую часть информации из всего потока мы обучаемся предвосхищать? На восприятие (извлечение) какой информации мы настраиваемся своими движениями, настройкой зрительной системы и т.д.? Например, Дж.Гибсон, и в этом с ним солидарен У.Найсер, утверждают, что на инвариантную, хотя ни они, ни их последователи так и не дали определение инвариантной информации. Таким образом, все основные проблемы восприятия остаются в теории схем У.Найсера без ответа, хотя эта теория остается до настоящего времени одной из наиболее конструктивных.

Л и т е р а т у р а

1. ВИТЯЕВ Е.Е. Принцип работы мозга и процесс познания в Науке и Искусстве. Часть 1. Физиологические теории. Методическое пособие. Кафедра логики и методологии науки Философского факультета НГУ.- Новосибирск, 1995.- 61 с.

2. ЕРШОВ Ю.Л., САМОХВАЛОВ К.Ф. О новом подходе к философии математики // Структурный анализ символических последовательностей.- Новосибирск, 1984.- Вып. 101: Вычислительные системы.- С.141-148.

3. АНОХИН П.К. Проблема принятия решения в психологии и физиологии // Проблемы принятия решения.- М.: Наука, 1976.- С. 7-16.

4. СУДАКОВ К.В. Общая Теория Функциональных Систем.- М.: Медицина, 1984.- 222 с.
5. СИМОНОВ П.В. Эмоциональный мозг.- М.: Наука, 1981.- 140 с.
6. СИМОНОВ П.В. Высшая нервная деятельность человека (мотивационно-эмоциональные аспекты). - М.: Наука, 1975.-173 с.
7. АНОХИН П.К. Роль ориентировочно-исследовательской реакции в образовании условного рефлекса // Анохин П.К. Системные механизмы высшей нервной деятельности: Избр. тр.- М.: Наука, 1979.- С.338-352.
8. НАЙСЕР У. Познание и реальность. Смысл и принципы когнитивной психологии.- М.: Прогресс, 1981.-230 с.
9. ГИБСОН Дж. Экологический подход к зрительному восприятию.- М.: Прогресс, 1988.- 462 с.

Поступила в редакцию
19 декабря 1996 года