

# ИЗМЕРЕНИЕ И МОДЕЛИ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

(Вычислительные системы)

1998 год

Выпуск 162

УДК 519.7:510.2:510.8

## ВЕРОЯТНОСТНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПРЕДСКАЗАНИЕ КАК ПРИНЦИП РАБОТЫ МОЗГА<sup>1</sup>

Е.Е. Витяев

### В в е д е н и е

В работе показано, что понятие вероятностного прогнозирования является принципом информационной теории эмоций П.В.Симонова, т.е. ключевым понятием на основе которого строится вся теория. С философской точки зрения вероятностное прогнозирование является предсказанием. Поэтому предсказание также является принципом работы мозга. Кроме того, понятие предсказания формально проанализировано в работах автора [4,5]. Тем самым, формализация предсказания, через понятие вероятностного прогнозирования, получает физиологическую интерпретацию в информационной теории эмоций П.В.Симонова. Это устанавливает **концептуальный мост** между понятием предсказания, формализованным в [4,5], и информационной теорией эмоций П.В. Симонова. Используя этот концептуальный мост, мы получаем физиологическую интерпретацию понятия предсказания не только в теории эмоций П.В.Симонова, но и в теории функциональных систем П.К.Анохина и теории схем восприятия У.Найсера.

---

<sup>1</sup>Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 96-06-80970.

Данная работа является в то же время продолжением работ [2,3], в которых изложен первый из принципов работы мозга — целеполагание. В данной работе оба принципа — предсказания и целеполагания синтезируются в главный принцип работы мозга. Как будет показано в следующей работе, этот принцип позволяет объяснить не только свойства информационной теории эмоций П.В.Симонова, но и те свойства теории функциональных систем П.К.Анохина и теории схем восприятия У.Найсера, которые остались необъясненными в работе [3].

## 1. Информационная теория эмоций П.В.Симонова

Изложим информационную теорию эмоций П.В.Симонова, стараясь, с одной стороны, как можно точнее передать точку зрения автора, а, с другой стороны, выделить роль и значение понятия вероятностного прогнозирования и предсказания как принципа этой теории.

1. **Взаимосвязь информационной теории эмоций П.В.Симонова и биологической теории эмоций П.К.Анохина.** Информационная теория эмоций П.В.Симонова, как утверждает сам автор, является уточнением биологической теории эмоций П.К.Анохина: "Ответ на вопрос об отношении нашей теории к теории П.К.Анохина можно сформулировать очень четко: *информационная теория эмоций представляет обобщение более широкого масштаба, куда биологическая теория (эмоций — Е.В.) Анохина входит в качестве частного случая*" [6, с.61]. Мы не будем здесь входить в подробности дискуссии между П.В.Симоновым и П.К.Анохиным, а только отметим основные различия в их взглядах и далее будем излагать информационную теорию эмоций П.В.Симонова как обобщение биологической теории эмоций П.К.Анохина.

Основной смысл информационной теории эмоций П.В.Симонова, в отличие от биологической теории эмоций П.К.Анохина, в том, что необходимо знать не только

достижимость или недостижимость результата, но еще и его **вероятность**.

**Биологическая теория эмоций П.К.Анохина.** Биологическая теория эмоций П.К.Анохина может быть кратко изложена следующим образом. "Как правило, любое мотивационное возбуждение **субъективно эмоционально неприятно**. ...Отрицательная эмоция, сопровождающая мотивацию, имеет важное биологическое значение. Она мобилизует усилия животного на удовлетворение возникшей потребности. ...Неприятные эмоциональные переживания усиливаются во всех случаях, когда поведение животного во внешней среде не ведет к удовлетворению возникшей потребности... Удовлетворение потребности (действие подкрепляющего раздражителя на организм), наоборот, всегда связано с положительными эмоциональными переживаниями... 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" ("аппетит" — Е.В.) о будущем результате появляются всякий раз при возникновении соответствующей потребности. Обученный неоднократным удовлетворениям 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" [9, с.91,92]. Под представлением о положительной эмоции надо иметь ввиду ее предвосхищение по принципу опережающего отражения действительности П.К. Анохина. "Поэтому, если мы знаем, как достичь цели..., то достижение цели будет обеспечиваться не только воздействием отрицательной эмоции мотивационного возбуждения, но и энергетическим влиянием от предвосхищения положительной эмоции "аппетитом". Таким образом, достижение цели будет обеспечиваться сразу двумя эмоциональными воздействиями — положи-

тельным и отрицательным, так сказать, "кнутом и пряжкой" [3].

В биологической теории П.К.Анохина, эмоциям отводится только энергетическая роль — "мобилизовать" и "стимулировать" животное к достижению цели. Говорится, конечно, что в случае возникновения препятствий отрицательные эмоции усиливаются, но насколько и почему — это уже выходит за рамки биологической теории эмоций и теории функциональных систем. Из дальнейшего изложения будет видно почему такого рода тонкости принципиально не вписываются в теорию функциональных систем.

**Критика П.В.Симоновым биологической теории эмоций.** "...Подавляющее большинство концепций рассматривало несовпадение *семантики цели* ("акцептора действия", "нервной модели стимула", "установки", "модели потребного будущего" и т.д. и т.п.) с реально полученным результатом. Такого семантического рассогласования вполне достаточно для возникновения отрицательных эмоций. Что же касается положительных эмоциональных состояний, то они традиционно рассматривались и продолжают рассматриваться как результат удовлетворения потребности, т.е. совпадения прогноза ("акцептора", "афферентной модели" и т.д.) с *наличной афферентацией*" [7, с.89]. "Ни в одной из работ П.К.Анохина мы не нашли упоминания о том, что наряду с содержанием (семантикой) цели мозг всякий раз прогнозирует *вероятность* ее достижения. Что касается нашей теории, то для нее этот момент является **ключевым**... Введение категории *вероятностного прогнозирования* [Фейгенберг, 1963] сразу же расширяет пределы применимости теории к реально наблюдаемым фактам" [6, с. 60].

П.В.Симонов приводит следующие примеры. "Литература переполнена экспериментальными данными, свидетельствующими о **зависимости эмоционального напряжения от величины потребности (мотивации) и прогнозирования вероятности ее удовлетворения.** Например, бы-

ло установлено, что частота пульса у банковских служащих зависит от степени их ответственности (счет банкнотов различного достоинства) и количества информации, содержащейся в одной операции. ...Наибольшее эмоциональное напряжение у собак (визг, лай, чесание, царапанье кормушки) наблюдалось при вероятности подкрепления 1:4, а по мере продолжения опыта — при 1:2. Значение информационного фактора выступает особенно отчетливо в опытах со спаренными животными, когда оба партнера получают равное количество ударов током, но только один из них может предотвратить наказание соответствующей инструментальной реакцией. Показано, что именно у этого животного постепенно исчезают признаки страха” [6, с.19].

### **Формула эмоций информационной теории эмоций П.В.Симонова.**

Вероятность — понятие информационное и связано с оценкой информации, поступающей из внешней среды для прогноза вероятности достижения цели. Это заставляет П.В.Симонова пытаться переопределить и все физиологические понятия, такие как мотивация, потребность, поведение и т.д., также в терминах информации внешней среды. Но нам эта попытка представляется неудачной по двум причинам: во-первых, это совершенно ничего не дает и на таких понятиях никакой теории не построишь (информация, которую человек извлекает из внешней среды, настолько многообразна, часто неосознанна, что в настоящее время нет теории, которая бы ее описывала), во-вторых, с точки зрения понятия цели потребность и мотивация являются сугубо внутренними задачами организма и информация от внешней среды о вероятности достижения этих целей может иметь только вспомогательную роль. Это ставит понятие цели, мотивации и потребности на первое место, а понятия вероятностного прогнозирования и эмоций — на второе. Тем не менее эмоции, как мы увидим из теории П.В.Симонова, играют в организации целенаправленного поведения, может быть, даже более важную роль, чем моти-

вазия и потребности, что может быть и заставило попытаться переопределить эти понятия. Но суть дела от этого не меняется — несмотря на важность эмоций они вторичны по отношению к понятию цели.

Кратко опишем формулу эмоций, введенную П.В. Симоновым, хотя использовать ее мы не будем. Приводится эта формула для того, чтобы дать возможность точнее понять, как эмоции связаны с вероятностью и что понимается под вероятностью.

"Суммируя результаты собственных опытов и данные литературы, мы пришли в 1964 г. к выводу о том, что *эмоция есть отражение мозгом человека и животных какой-либо актуальной потребности (ее качества и величины) и вероятности (возможности) ее удовлетворения, которую мозг оценивает на основе генетического и ранее приобретенного индивидуального опыта...* В самом общем виде правило возникновения эмоции можно представить в виде структурной формулы  $\Theta = f[\Pi, (I_{\Pi} - I_{\Sigma}), \dots]$ , где  $\Theta$  — эмоция, ее степень, качество и знак;  $\Pi$  — сила и качество актуальной потребности (потребность также имеет свой знак; потребность, вызывающая мотивационное возбуждение, имеет отрицательный знак — Е.В.);  $(I_{\Pi} - I_{\Sigma})$  — оценка вероятности (возможности) удовлетворения потребности на основе врожденного и онтогенетического опыта;  $I_{\Pi}$  — информация о средствах, прогностически необходимых для удовлетворения потребности;  $I_{\Sigma}$  — информация о средствах, которыми располагает субъект в данный момент. Разумеется, эмоция зависит и от ряда других факторов, одни из которых нам хорошо известны, а о существовании других мы, возможно, еще и не подозреваем... (например, духовных - Е.В.). Но все перечисленные и подобные им факторы обуславливают лишь вариации бесконечного многообразия эмоций, в то время как **необходимыми и достаточными являются два... и только два фактора: потребность и вероятность (возможность) ее удовлетворения.** ...речь идет не об информации, актуализирующей потребность (например, о возникшей опасности), но об информации, необ-

ходимой для удовлетворения потребности (например, о том, как эту опасность избежать). Под информацией мы понимаем отражение всей совокупности средств достижения цели: знания, которыми располагает субъект, совершенство его навыков, энергетические ресурсы организма, время достаточное или недостаточное для организации соответствующих действий и т.д. Спрашивается, стоит ли в таком случае пользоваться термином "информация"? Мы полагаем, что стоит, и вот почему. Во-первых, мозг, генерирующий эмоции, имеет дело не с самими навыками (куда входит и тренировка периферического исполнительного аппарата), не с самими энергетическими ресурсами организма и т.д., а с афферентацией из внешней и внутренней среды организма, т.е. с информацией об имеющихся средствах. Во-вторых, все многообразие сведений, необходимых для удовлетворения возникшей потребности и реально имеющихся в данный момент у субъекта трансформируется мозгом в единый **интегральный показатель** — в оценку вероятности достижения цели (удовлетворения потребности). Оценка же вероятности по самой природе своей есть категория **информационная**" [6, с.20,21]. Далее это понятие информации использоваться не будет. Использоваться будет только упомянутая оценка вероятности достижения цели как интегральный показатель, участвующий в образовании эмоций. Для получения этой оценки достаточно полагать, что она определяется на этапе принятия решений, используя всю информацию полученную на этапе афферентного синтеза [3].

**Информационная теория эмоций П.В.Симонова**, как обобщение биологической теории эмоций П.К.Анохина. И в теории П.К.Анохина, и в теории П.В.Симонова возникновение мотивационного возбуждения вызывает отрицательные эмоции. В обеих теориях возникновение препятствий усиливает отрицательные эмоции, хотя само мотивационное возбуждение остается тем же самым. Теория П.В.Симонова точнее тем, что наличие оценки вероятности достижения цели позволяет, во-первых, оценить возможность достижения цели еще до всяких дейст-

вий в процессе принятия решения и может быть даже отказаться от действий и предпочесть "синицу в руках, чем журавля в небе" (переключающая функция эмоций, п.2), во-вторых, адекватно, в соответствии с вероятностью, мобилизовать организм для достижения цели (компенсаторная функция эмоций, п.4) и, наконец, использовать волю (п.5) для преодоления препятствий.

Понятие "аппетит", рассматриваемое в биологической теории эмоций, есть предвосхищение положительной эмоции, но не сама положительная эмоция. В теории же П.В.Симонова само предвосхищение достижения цели с некоторой вероятностью является причиной возникновения положительных эмоций. "Удовольствие всегда есть результат уже происходящего (контактного) взаимодействия (удовлетворения потребности — Е.В.), в то время как радость (эмоция — Е.В.) есть ожидание удовольствия в связи с растущей вероятностью удовлетворения потребности" [6, с.90]. В дальнейшем мы будем придерживаться точки зрения П.В.Симонова и понятие "аппетит" биологической теории эмоций использоваться не будет.

Из предыдущих абзацев следует, что введение параметра вероятности достижения цели позволяет объяснить возникновение эмоций до всяких действий на стадии принятия решений. Эмоции возникают как результат вероятностного прогнозирования возможности достижения цели.

Возникновение положительных эмоций в теории функциональных систем, связанное с удовлетворением потребности и достижением поставленной цели (совпадением достигнутого результата с его предвосхищением в акцепторе результатов действия), объясняется в информационной теории эмоций несколько иначе — как увеличение вероятности достижения конечного результата вследствие его фактического достижения (оценка вероятности становится равной или близкой 1). "Информационная теория эмоций справедлива не только для сравнительно сложных поведенческих и психических актов, но и для генезиса любого эмоционального состояния. Напри-



мер, положительная эмоция при еде возникает за счет интеграции голодового возбуждения (потребность) с афферентацией из полости рта, свидетельствующей о растущей вероятности удовлетворения данной потребности (вероятность усвоения пищи стала практически равной 1, поскольку пища попала в рот — Е.В.). При ином состоянии потребности та же афферентация окажется эмоционально безразличной или генерирует чувство отвращения" [6, с.27].

Возникновение положительных эмоций в результате положительного рассогласования, когда, например, полученное превышает ожидаемое, — действительно не может быть объяснено без вероятностного прогнозирования. "Опираясь на свои экспериментальные исследования, мы настаиваем, что для возникновения положительных эмоций, так же, как для возникновения эмоций отрицательных, необходимы неудовлетворенная потребность и рассогласование между прогнозом и фактической действительностью. Только теперь речь идет не об одной лишь семантике (содержании, качествах) цели, но о вероятности ее достижения. Именно прогнозирование вероятности позволяет получить положительное рассогласование, превышение полученного над ожидаемым. Введение параметра вероятности достижения цели, делающее возможным положительное рассогласование, представляет зерно нашей концепции эмоций" [7, с.89,90]. Иллюстрацией возникновения положительной эмоции в результате положительного рассогласования является следующий эксперимент. "В наших опытах на экране, установленном перед испытуемым, проецировались наборы из пяти цифр — единиц и нулей. Испытуемого предупреждали, что некоторые из кадров, содержащие общий признак (например, два нуля подряд), будут сопровождаться гудком. Задача испытуемого состояла в обнаружении этого общего признака... До возникновения первой (как правило, ошибочной) гипотезы относительно подкрепляемого признака ни новые кадры, ни гудок не вызывали КГР (кожногальванический рефлекс — Е.В.)... Возник-

новение гипотезы сопровождается КГР... После формирования гипотезы возможны две ситуации, которые мы рассматриваем в качестве экспериментальных моделей отрицательной и положительной эмоциональных реакций... Гипотеза не верна, и кадр..., содержащий подкрепляемый признак (и, следовательно, не подтверждающий гипотезу. — Е.В.), не вызывает КГР. Когда же гудок показывает испытуемому, что он ошибся, регистрируется КГР как результат рассогласования гипотезы с наличным раздражителем — случай, предусмотренный концепциями "акцептора результата действия" П.К.Анохина, "нервной модели стимула" Е.Н.Соколова и им подобными. Испытуемый несколько раз меняет гипотезу, и в какой-то момент она начинает соответствовать действительности. Теперь уже само появление подкрепляемого кадра вызывает КГР, а его подкрепление гудком приводит к еще более сильным кожногальваническим сдвигам. Как понять этот эффект? Ведь в данном случае произошло полное совпадение гипотезы ("акцептора результата действия", "нервной модели" и т.д.) с наличным стимулом. Отсутствие рассогласования должно было бы повлечь за собой отсутствие КГР и других вегетативных сдвигов. На самом деле в последнем случае мы также встречаемся с рассогласованием, но рассогласованием иного рода, чем при проверке ложной гипотезы. Формирующийся в процессе повторных сочетаний прогноз содержит не только афферентную модель цели, не только ее семантику, но и вероятность достижения этой цели. В момент подкрепления кадра ... гудком прогнозируемая вероятность решения задачи (правильность гипотезы) резко возросла, и это рассогласование прогноза с поступившей информацией привело к сильной КГР как вегетативному компоненту положительной эмоциональной реакции" [6, с.26].

Информационная теория эмоций позволяет выделить несколько различных функций эмоций, которые приведены далее.

**2. Переключающая функция эмоций.** В теории функциональных систем стадия принятия решений была недостаточно точно определена. Выработка конкретного плана действий [3] на основании всех возможных способов достижения цели, извлеченных из памяти на стадии афферентного синтеза, невозможна без вероятностного прогнозирования и активного участия эмоций. Действительно, если есть множество различных способов достижения цели (например, при движении по некоторой местности), имеющих разную вероятность, различные энергетические затраты и различные возможные опасности, связанные с отрицательными эмоциями, и т.д., то задача становится как минимум трехпараметричной — вероятность достижения цели, суммарное значение отрицательных эмоций (от энергетических затрат, опасностей, риска, трудностей и т.д.) и значение положительных эмоций (от достижения цели(ей)). Причем многие решения будут очевидно несопоставимы между собой. Для эффективного механизма принятия решений необходим синтез всех этих показателей в один параметр, что и делают эмоции, включая в себя как вероятность достижения цели, так и положительные и отрицательные эмоции, выражающиеся в многообразии качества эмоций. Эмоции и являются тем интегральным параметром на основе которого принимается решение. "Зависимость эмоций не только от величины потребности, но и от вероятности ее удовлетворения чрезвычайно усложняет конкуренцию сосуществующих мотивов, в результате чего поведение нередко оказывается переориентированным на менее важную, но легко достижимую цель: "синица в руках" побеждает "журавля в небе"... С физиологической точки зрения эмоция есть активное состояние системы специализированных мозговых структур, побуждающее изменить поведение в направлении минимизации или максимизации этого состояния. Поскольку положительная эмоция свидетельствует о приближении удовлетворения потребности, а отрицательная эмоция — об удалении от него, субъект стремится максимизировать (усилить, продол-

жить, повторить) первое состояние и **минимизировать** (ослабить, прервать, предотвратить) второе..." [8, с.28].

**3. Подкрепляющая функция эмоций.** В теории функциональных систем под **подкреплением** понималась санкционирующая афферентация и вызванная ею положительная эмоция, возникающие при достижении цели и получении результата. "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" [9, с.89,90]. При этом в теории функциональных систем предполагается, что для всех целенаправленных актов, если они приводят к достижению результата, существуют соответствующая закрепляющая результат санкционирующая афферентация и положительная эмоция, даже для действий по устранению боли или, например, чихания: "Можно взять для примера такой грубый эмоциональный акт, как акт чихания. Всем известен тот гедонический и протопатический характер ощущения, которое человек получает при удачном чихательном акте. Точно так же известно и обратное: неудавшееся чихание создает на какое-то время чувство неудовлетворенности, неприятное ощущение чего-то незаконченного. Подобные колебания в эмоциональных состояниях присущи **абсолютно всем** жизненно важным отправлениям животных и человека" [1]. Необходимость существования положительных эмоций, завершающих любой целенаправленный акт действий, аргументируется также следующими соображениями: "Следует, однако, подчеркнуть, что эмоциональное возбуждение негативного характера, как установлено, обладает длитель-

ным последствием и суммацией... В отличие от отрицательных эмоций ... положительные эмоции оказывают расслабляющее действие и характеризуются небольшим последствием. Однако их главное биологическое значение состоит в том, что они способны полностью ликвидировать центральные и периферические последствия предшествующих отрицательных эмоций. Таким образом, **любое достижение цели ... ликвидирует любые последствия кратковременных и даже длительных эмоциональных стрессов.** ...Именно поэтому никакой темп жизни, если он правильно организован, если человек правильно использует отработанные в ходе эволюции механизмы смены отрицательных эмоциональных переживаний положительными в процессе индивидуальной и социальной целенаправленной деятельности, не опасен для здоровья" [8, с.18-20].

П.В.Симонов показывает, что **необходимым условием подкрепления** является не действие подкрепляющего раздражителя (санкционирующей афферентации), а **действие положительных эмоций при наличии мотивации.** "Однако ни афферентация из полости рта (санкционирующая афферентация — Е.В.), ни голодовое возбуждение (мотивация — Е.В.) сами по себе не могут играть роль подкрепления, обеспечивающего формирование инструментального условного рефлекса. Только интеграция голодового возбуждения от фактора, способного удовлетворить данную потребность, т.е. механизм, генерирующий **положительную эмоцию**, обеспечивает выработку условного рефлекса" [8, с.34].

Таким образом, для **подкрепления необходимыми являются два фактора — мотивационное возбуждение и положительная эмоция**, означающая увеличение вероятности достижения поставленной мотивацией цели (при, возможно, еще не достигнутой цели). Участие оценки вероятности в эмоциях сразу же делает подкрепление более точным: при **любом шаге вперед** в достижении поставленной мотивацией цели, который фиксируется полученной обратной афферентацией, свидетельствующей

о приближении цели, вызывает положительную эмоцию и подкрепление тех мозговых структур, которые осуществили этот шаг. Следовательно **эмоции**, основанные на вероятностном прогнозировании, **осуществляют подкрепление каждого успешного шага действий, увеличивающего вероятность достижения конечной цели** (в то время как санкционирующая афферентация и положительные эмоции в теории П.К.Анохина подкрепляют только сразу всю последовательность действий, приведшую к достижению цели).

Мы не будем рассматривать пока что спорную возможность "негативного подкрепления". Оставим ее до анализа математической модели работы мозга в последующих работах. "К тому же термин "негативное подкрепление" интерпретируется различными авторами неоднозначно, а во многих случаях, особенно применительно к инструментальным методикам активного избегания (avoidence), самостоятельность физиологического механизма отрицательного подкрепления вообще отвергается или ставится под сомнение" [10, с.225].

#### **4. Компенсаторная функция эмоций.**

а). **Гипермобилизация вегетатики.** "...При возникновении эмоционального напряжения объем вегетативных сдвигов (учащение сердцебиения, подъем кровяного давления, выброс в кровяное русло гормонов и т.д.), как правило, превышает реальные нужды организма. Повидимому, процесс естественного отбора закрепил целесообразность этой избыточной мобилизации ресурсов. В ситуации прагматической неопределенности (а именно она так характерна для возникновения эмоций), когда неизвестно, сколько и чего потребуется в ближайшие минуты, лучше пойти на излишние энергетические траты, чем в разгар напряженной деятельности — борьбы или бегства — остаться без достаточного обеспечения кислородом и метаболическим "сырьем" [6, с.35].

б). **Замещающая функция эмоций.** Эта функция является в определенном смысле обратной по отношению к обогащению функциональных систем в процессе

ориентировочно-исследовательской деятельности. Развитые функциональные системы имеют богатый акцептор результатов действия и, значит, большое множество контролируемых пусковых, обстановочных и сигнализирующих о достижении результатов промежуточных действий стимулов. В новой необычной обстановке часть этих стимулов может отсутствовать и, следовательно, функциональные системы в ней не смогут работать. В этом случае необходимо ослабить требования к поступающим стимулам, что и делается эмоциями. В новой необычной обстановке нельзя получить хорошую оценку вероятности и, следовательно, будут возникать отрицательные эмоции тревоги, страха или беспокойства, изменяющие формы поведения. "Если процесс упрочения условного рефлекса сопровождается уменьшением эмоционального напряжения и одновременно переходом от доминантного (генерализованного) реагирования к строго избирательным реакциям на условный сигнал, то возникновение эмоций ведет к вторичной генерализации. #Чем сильнее становится потребность, — пишет Ж.Нюттен..., — тем менее специфичен объект, вызывающий соответствующую реакцию#. При этом усиление потребности скорее повышает реактивность к внешним стимулам, чем просто усиливает двигательное беспокойство. В информационно обедненной среде (бедной внешними стимулами — Е.В.) двигательная активность голодных крыс возрастала всего на 10%, в то время как в обычных условиях она увеличивалась в четыре раза [Хайнд...]. Нарастание эмоционального напряжения, с одной стороны, расширяет диапазон извлекаемых из памяти энграмм, а с другой стороны, снижает критерии "принятия решения" при сопоставлении этих энграмм с наличными стимулами. Так, голодный человек начинает воспринимать неопределенные стимулы в качестве ассоциирующихся с пищей [Mc Clelland, Atkinson, 1948]" [6,с.38]. "Возникновение эмоционального напряжения сопровождается переходом к иным, чем в спокойном состоянии, формам поведения, принципам оценки внешних сиг-

налов и реагирования на них. Физиологически суть этого перехода можно определить как возврат от тонко специализированных условных реакций к реагированию по **принципу доминанты А.А.Ухтомского**" [6,с.35]. **"Компенсаторное значение эмоций заключается в их замещающей (недостающую информацию — Е.В.) роли"** [6,с.38,39]. **"Что касается положительных эмоций, то их компенсаторная функция реализуется через влияние на потребность, инициирующую поведение. В трудной ситуации с низкой вероятностью достижения цели даже небольшой успех (возрастание вероятности) порождает положительную эмоцию воодушевления, которая усиливает потребность достижения цели"** [6,с.39].

**5. Психофизиология воли.** Выше мы говорили, что при появлении препятствий отрицательные эмоции усиливаются, давая дополнительное энергетическое обеспечение для преодоления препятствия. Но такое усиление осуществляется в рамках энергетических возможностей данной потребности. Если препятствие значительно, то достижение данной цели может быть, тем не менее, приостановлено. **Что бы приостановка действий не происходила при каждом серьезном препятствии, а хоть иногда продолжалась несмотря на препятствие, необходимо иметь дополнительное и независимое от потребности энергетическое обеспечение. Таким энергетическим обеспечением является воля.** **"...Трудность постижения подлинных мотивов поведения и породила убеждение в наличии каких-то сверхрегуляторов, которые управляют потребностями, хотя и не всегда справляются с ними... В качестве таких регуляторов традиционно рассматривают волю и сознание. Ниже мы постараемся показать, что воля не управляет потребностями, а присоединившись к какой-либо из них, содействует ее удовлетворению. Что касается сознания, то оно занято вооружением потребностей средствами и способами их удовлетворения. Таким образом, и воля, и сознание есть результат трансформации потребностей, этап их дальнейшей разработки"** [6,с.160]. **"Мы полагаем, что филогенетической пред-**



посылкой волевого поведения является "рефлекс свободы", описанный И.П.Павловым. В сопротивлении собаки ограничить ее двигательную активность Павлов увидел несравненно большее, нежели разновидность защитной реакции. "Рефлекс свободы" — это самостоятельная форма поведения, для которой препятствие служит не менее адекватным стимулом, чем корм для пищедобывательных действий, боль — для оборонительной реакции, а **новый и неожиданный раздражитель** — для ориентировочной... Столкнувшись с преградой на пути к пище, животное начинает использовать не те варианты действий, которые раньше приводили к пищевому подкреплению, но хранящиеся в памяти способы преодоления сходных препятствий. Именно характер преграды, а не первичный мотив определяет состав действий, перебираемых в процессе организации поведения, способного обеспечить достижение цели... Активность вызванная преградой, в определенных случаях может отеснить первоначальное побуждение на второй план, и тогда мы встретимся с **упрямством**, с поведением, где преодоление стало самоцелью, а исходный мотив утратил свое значение и даже забыт" [6,с.162]. "Итак, **воля есть потребность преодоления препятствий**. Как всякая иная потребность она может явиться источником положительных или отрицательных эмоций, обусловленных самим фактом преодоления (или непреодоления) преграды до того, как будет достигнута конечная цель... Заметим, что вмешательство воли не отменяет универсальную регулирующую функцию эмоций, поскольку **воля вмешивается в конкуренцию мотивов** опять-таки на уровне эмоций" [6,с.162].

## 2. Потребности и парадокс цели.

Синтез принципов целеполагания,  
вероятностного прогнозирования и предсказания

Проанализируем информационную теорию эмоций с точки зрения принципов целеполагания, вероятностного

прогнозирования и предсказания. Это позволит нам синтезировать принципы целеполагания и предсказания на неформальном уровне.

1. **Потребности как основа и движущая сила человеческого поведения.** Поскольку потребности и есть цели, ставящиеся перед организмом, то анализ понятия потребность является достаточно важным. **Потребности являются движущей силой любых целенаправленных действий.** "Допущение каких-то иных источников мотивации, существующих рядом с потребностями и независимых от них, возникает, по нашему мнению, по двум причинам. Во-первых, мы нередко забываем, что **установки, ценности, интересы, цели субъекта являются производными от потребностей**, порождаются ими... Во-вторых, мы все еще недооцениваем богатства и разнообразия потребностей, упорно сводя их к ограниченному числу материально-биологических потребностей в пище, одежде, жилище и т.п. ... Вместе с тем в настоящее время убедительно показано, что потребность в информации (в новизне, изменчивости внешней среды) является одной из древнейших и самостоятельных потребностей живых систем. Опыты с так называемой сенсорной депривацией у животных и человека, исследование феноменов информационного голодания и скуки служат убедительным тому подтверждением [Berlyne, 1974]" [6, с.145].

Информационная теория эмоций П.В.Симонова позволяет существенно продвинуться в понимании роли потребностей в жизни животных и человека и, в частности, объяснить в чем принципиальное различие между положительными и отрицательными эмоциями. Приведем сначала объяснение этого различия, данное в информационной теории эмоций. **"Наличие положительных и отрицательных эмоций** указывало на скрывающиеся под ними две основные группы потребностей, первые из которых обеспечивают сохранение живых систем и результатов их деятельности, а вторые — делают возможным развитие, совершенствование этих систем, усложнение их внутренней организации. Эти две груп-

пы мотиваций вслед за Г.Олпортом и А.Маслоу можно назвать "потребностями нужды" и "потребностями роста" [6,с.150]. "Принципиальное различие между положительными и отрицательными эмоциями обнаруживается при удовлетворении даже сравнительно элементарных потребностей, например, потребности в пище. Сильный голод, переживаемый субъектом как отрицательная эмоция, побуждает удовлетворить его **любыми** съедобными веществами, лишь бы избавиться от мучительного для субъекта состояния. Удовольствие, получаемое от пищи, с необходимостью требует ее разнообразия, поиска новых питательных веществ, их новых комбинаций и способов приготовления. Иными словами, даже на уровне пищевой потребности **положительные эмоции играют творчески-поисковую роль**, содействуя освоению новых сфер окружающей действительности" [6,с.154]. "Как и все другие потребности, нужда и рост индивидуально варьируются у разных людей. По-видимому, именно относительное преобладание одной из этих потребностей ведет к тому, что при исследовании так называемого уровня притязаний испытуемые делятся на две группы: на тех, кто **стремится к успеху**, и на тех, кто, главным образом, **избегает неуспеха**" [6,с.155]. Важно отметить, что П.В.Симонов ссылается на А.Маслоу и имеет ввиду его анализ потребностей, включая духовные, хотя о них и не говорит явно.

2. **Потребности и парадокс цели.** Проанализируем потребности нужды и роста с точки зрения понятия цели. Парадоксальность цели состоит в том, что цель принципиально ничего не говорит о том, чем, как и когда можно ее достичь. Если потребности "нужды" и соответствующие им мотивации, вызывающие отрицательные эмоции, ставят перед организмом **недостаточно дифференцированные цели**, как например, сильный голод или сенсорная депривация (которая буквально означает желание "чего-то новенького вообще"), то потребности "роста", вызывающие положительные эмоции, **сильно дифференцированы** по силе и качеству в зависимости от то-

го, чем, как и когда мы достигли цель. Тем самым положительные эмоции в значительной степени берут на себя **оценку качества достигнутого результата** и желательности того **конкретного объекта** или **способа действий**, которым был достигнут результат. Действительно, было бы неразумно, если бы мотивация ставила перед организмом слишком конкретную цель. Доминанты или генетически заложенные врожденные "скелеты" функциональных систем ставят перед организмом максимально общие цели, позволяя в дальнейшем в процессе обучения и ориентировочно-исследовательской деятельности обогащать эти функциональные системы вплоть до автоматизированных действий. Такого обучения достаточно для получения функциональных систем типа "нужды", таких как реакция на боль, чихание, выделение и т.д. В этих функциональных системах **результат прост**, и если эта "нужда" будет устранена, то цель будет достигнута. Результат для потребности "нужды" и должен быть прост, так как единственное, что надо достигнуть — это устранить данную нужду. Достижение таких результатов и обеспечивается отрицательными эмоциями, имеющими безусловную побуждательную силу — устранить "нужду". Рост и развитие практически бесконечны и для побуждения к ним нужны сильно дифференцированные цели, оцениваемые положительными эмоциями, не имеющими безусловной побуждательной силы, а имеющими характер награды — чем более "высокая" цель будет достигнута, тем выше награда. Отрицательные и положительные эмоции, как уже отмечалось [3], играют роль кнута и пряника в целенаправленной деятельности — кнута для достижения **необходимых** для нормальной жизнедеятельности целей ("нужды"), побуждаемых отрицательными эмоциями, и пряником для достижения целей **освоения внешнего (и внутреннего) мира** ("роста") — освоения все новых территорий, навыков, завоевание социального статуса и т.д., во внешнем мире, а также в сопричастности, любви, уважении, признании и самоактуализации, во внут-

реннем мире (А.Маслоу, гуманистическая и экзистенциальная психологии).

Если результаты могут значительно варьироваться по качеству для различных способов достижения цели, как, например, в функциональных системах пищеварения, половой, информационных, духовных и т.д., то нас в этом случае должно интересовать не только достижение цели, но и **качество получаемого результата**. Но как это сделать, если мы принципиально не можем включать элементы качества в постановку цели? **Знать о возможном качестве результата можно только после его достижения**. Поэтому невозможно ставить в качестве цели некоторый качественный результат просто потому, что мы можем еще не знать, что это такое. **Определить качество достигнутого результата и дать ему оценку и есть функция положительных эмоций**. Но как положительная эмоция, соответствующая достижению некоторого **качественного результата**, может ставить "высокую цель" по его достижению, если до достижения результата мы даже не знаем, какими качествами он может обладать? Поскольку положительные эмоции имеют не только определенную силу, зависящую от **качества соответствующей санкционирующей афферентации**, но и соответствующее им энергетическое влияние, то только они сами и должны ставить цель по достижению соответствующего **качественного результата**. Но каким возбуждением (типа мотивации) ставится цель, если еще нет результата и, следовательно, вызываемой им положительной эмоции, если следовать логике биологической теории эмоций? Здесь-то и проявляется тот принципиальный момент информационной теории эмоций, согласно которому **эмоции возникают** не только после достижения результата, но и до **возникновения всякого результата** на основании одного лишь **вероятностного прогноза** достижимости этого результата в данной обстановке. **При наличии опыта** по достижению результата определенного качества **цель может быть поставлена положительной эмоцией еще до начала всякого действия** за счет вероятностного прогноза достижимости

этой качественной цели в данных условиях. Поэтому качественный результат сам ставит цель по своему достижению, как только получен положительный прогноз его достижимости в данных условиях. При этом критерием наличия цели будет не тот результат, который ставится соответствующим мотивационным возбуждением, а результат определенного качества и соответствующей ему более богатой санкционирующей афферентации и более сильной положительной эмоции.

Несмотря на свою силу, положительная эмоция практически всегда действует в паре с соответствующей менее дифференцированной отрицательной эмоцией. Сама по себе положительная эмоция консервативна. Научившись достигать результат определенного качества, мы не знаем и принципиально не можем знать, что можно достигнуть существенно лучшего, и вполне можем ограничиться достигнутым уровнем результатов, пока случайно что-нибудь новое (экспериментирование, опыт других, поездки и т.д.) не покажет нам, что мы "много потеряли", не умея что-то делать лучше. Не останавливаться на месте и не удовлетворяться достигнутым качеством заставляют отрицательные эмоции, которые обладают безусловной побудительной силой. Сенсорный голод (сенсорная депривация), жажда впечатлений, скука и т.д. являются примерами наименее дифференцированных, но эмоционально отрицательных мотиваций, приводящих к необходимости постоянно "поднимать планку" качества достигаемых результатов.

Поэтому обучение функциональных систем не заканчивается достижением цели, ставящейся мотивационным возбуждением. Цель и результат, ставящиеся мотивационным возбуждением, являются только первой ступенью среди качественных результатов. Дальнейшее развитие функциональных систем берут на себя положительные эмоции, которые начинают свою работу с эмоциональной оценки качества результатов. В этом случае достижение по крайней мере такого же качества результата, какой был достигнут в предыдущем случае, гарантиро-

вано опытом. Следовательно, задача сводится к тому, чтобы получить результат такого же качества, что возможно только если каждый раз оценивать результат (уже после его достижения), т.е. оценивать во всей полноте санкционирующую афферентацию результата. Положительные эмоции очень важны для того чтобы не терять достигнутого уровня притязаний, иерархии в обществе, достигнутого качества жизни (пищи, жилья, комфорта) и т.д. Для этого положительные эмоции должны иметь достаточно сильную энергетическую поддержку, чтобы несмотря на большие энергетические затраты, которые, как правило, требуются для достижения качественного результата, стремиться к достижению такого результата. "Большую побуждающую силу потребностей роста по сравнению с потребностями нужды давно отметила народная наблюдательность в известной поговорке ... "охота пуще неволи"" [8,с.155].

"Для правильного понимания закономерностей человеческого поведения важно помнить, что хотя все ... потребности тесно связаны друг с другом и редко обнаруживаются в изолированном, чистом виде, они принципиально не выводимы друг из друга и не заменяют друг друга. Любая степень удовлетворения одного типа потребностей не избавляет человека от необходимости удовлетворять потребности другого типа" [8,с.156].

Дальнейшее рассмотрение потребностей "нужды" и "роста" в связи с освоением не только внешнего мира, но и внутреннего, духовного мира требует рассмотрения работ А.Маслоу, где эти потребности называются потребностями "дефицита" и "развития", а также гуманистической и экзистенциальной психологий. Но такое рассмотрение требует отдельной работы, хотя является прямым продолжением данной.

**3. Синтез принципов целеполагания и вероятностного прогнозирования: главный принцип работы мозга.** Из предыдущего пункта следует, что положительные эмоции сами ставят цель по своему достижению за счет вероятностного прогноза достижимости соответствующего

качественного результата. Из переключающей функции эмоций (п.2) следует, что эмоции являются тем интегральным параметром, на основе которого принимается решение. Механизм эмоций позволяет, таким образом, свести все многообразие целей к двум целям: получения положительной эмоции и ликвидации отрицательной эмоции: "Поскольку положительная эмоция свидетельствует о приближении удовлетворения потребности, а отрицательная эмоция — об удалении от него, субъект стремится максимизировать (усилить, продолжить, повторить) первое состояние и минимизировать (ослабить, прервать, предотвратить) второе..." [6, с.28]. Эти две цели действительно являются целями, так как наличие или отсутствие положительной или отрицательной эмоции организм ощущает непосредственно и эти ощущения являются критерием наличия этих целей. Как будет показано далее, эти две цели могут быть представлены в виде одной цели. Физиологически положительные и отрицательные эмоции являются соответствующими возбуждениями.

Рассмотрим подробнее, что это за цели и как они связаны со всеми остальными целями. Прежде всего заметим, что в отношении целей организма теория функциональных систем и информационная теория эмоций принципиально различаются между собой. Целями организма в теории функциональных систем являются мотивационные возбуждения, ставящие цели по достижению соответствующих результатов. Временная последовательность целей в теории функциональных систем определяется принципом доминанты и процессом принятия решений. В информационной теории эмоций показывается, что выбор очередной цели, достижение которой будет доминировать в деятельности организма в ближайшее время по принципу доминанты, осуществляется на стадии принятия решений с помощью эмоций, основанных на вероятностном прогнозе цели. Целью при этом является достижение максимальной положительной и устранение отрицательной эмоции (которая может существо-



вать одновременно с положительной). Теперь спрашивается, почему достижение этих двух эмоциональных целей (информационной теории эмоций) приводит к достижению мотивационных целей (теории функциональных систем)? Это следует из того, что эмоции отражают **предвосхищение** достижения цели. **Предвосхищение** включает в себя оцененную вероятностным прогнозированием **вероятностную долю** того удовольствия (неудовольствия), которое будет получено после достижения цели от санкционирующей афферентации и оценивающей ее положительной (отрицательной) эмоции (с учетом эмоциональных затрат на достижение цели). Таким образом, в понятии предвосхищения объединяются два параметра: **первый** — вероятностная оценка достижимости результата и **второй** — качество санкционирующей афферентации, оба оцениваемые эмоциями. Первый параметр отражает действие принципа вероятностного прогнозирования, а второй параметр отражает действие принципа целеполагания. Отрицательные эмоции являются субъективным отражением предвосхищения ликвидации неудовольствия ("нужды"). Положительные эмоции являются субъективным отражением предвосхищения некоторого качественного результата. **Максимизация предвосхищения достижения результата** как для положительной эмоции, так и для отрицательной эмоции и является **главной целью работы мозга**. При максимизации предвосхищения ликвидации нужды отрицательные эмоции ослабевают, а при максимизации предвосхищения получения некоторого качественного результата положительные эмоции усиливаются. В обоих случаях достигается **главная цель работы мозга**, субъективно воспринимаемая как **максимизация положительных и минимизация отрицательных эмоций**. Таким образом, если в теории функциональных систем целями были мотивации и результаты, то в информационной теории эмоций **единственной и главной целью работы мозга** является максимизация предвосхищения достижения какого-либо результата. При этом результат соответствующей цели (в

смысле теории функциональных систем) обязательно будет достигнут, так как в процессе достижения цели второй параметр — эмоциональная оценка результата — фиксирован и, следовательно, максимизироваться будет первый параметр — вероятностная оценка достижимости конечного результата, что приведет к достижению результата — вероятностной оценке равной 1. Действие (план действий [3]) должно быть в этом случае организовано так, чтобы каждый его шаг увеличивал оценку вероятности достижимости конечного результата. Как это будет рассмотрено в следующей работе. Главная цель работы мозга (в отличие от теории функциональных систем) достигается в этом случае непрерывно во времени, как до начала всяких действий, так и в процессе действий. Из главной цели работы мозга вытекает принцип доминанты, так как для достижения главной цели необходимо переключаться на достижение другой цели после или даже в процессе достижения текущей цели.

**Максимизация предвосхищения достижения результатов** и является принципом работы мозга, **синтезирующим принципы целеполагания и предсказания**. Субъективно он ощущается как максимизация положительных и минимизация отрицательных эмоций. Максимизация предвосхищения означает одновременную максимизацию **двух параметров** — оценки вероятности и качества достигаемого результата, соответствующих двум различным принципам работы мозга: вероятностного прогнозирования и целеполагания.

## Л и т е р а т у р а

1. АНОХИН П.К. Эмоции // Большая медицинская энциклопедия. Т. 35. — М., 1964.

2. ВИТЯЕВ Е.В. Принцип работы мозга и процесс познания в науке и искусстве. Ч. 1. Физиологические теории. — Новосибирск, 1995. — 61 с. (НГУ. Методическое пособие. Кафедра логики и методологии науки философского факультета НГУ).

3. ВИТЯЕВ Е.Е. Целеполагание как принцип работы мозга // Модели когнитивных процессов. — Новосибирск, 1997. — Вып. 158: Вычислительные системы. — С. 9-52.

4. ВИТЯЕВ Е.Е. Предсказание и индуктивный синтез ПРОЛОГ-программ по вероятностной модели данных (Prediction and inductive synthesis of PROLOG-programs by a probabilistic model of data). — Новосибирск, 1990. — 34 с. (Препринт /РАН. Сиб.отд-ние. Ин-т математики; № 24).

5. ВИТЯЕВ Е.Е. Семантический подход к созданию баз знаний. Семантический вероятностный вывод наилучших для предсказания ПРОЛОГ-программ по вероятностной модели данных // Логика и семантическое программирование. — Новосибирск, 1992. — Вып. 146: Вычислительные системы. — С. 19-49.

6. СИМОНОВ П.В. Эмоциональный мозг. — М.: Наука, 1981. — 140 с.

7. СИМОНОВ П.В. Высшая нервная деятельность человека (мотивационно-эмоциональные аспекты). — М.: Наука, 1975. — 173 с.

8. СУДАКОВ К.В. Системные механизмы эмоционального стресса. — М.: Медицина, 1981. — 228 с.

9. СУДАКОВ К.В. Общая теория функциональных систем. — М.: Медицина, 1984. — 222 с.

10. Функциональные системы организма /Под ред. К.В.Судакова. — М.: Медицина, 1987. — 430 с.

Поступила в редакцию  
6 января 1998 года