

Лекция 8. Семантический вероятностный вывод.

Семантический подход к логическому программированию состоит в рассмотрении теоретико-модельной семантики логических программ, состоящей в том, что факты являются высказываниями некоторой модели, эмпирической системы M , представляющей предметную область.

В этом случае вывод-вычисление предсказания состоит в нахождении таких фактов в модели (нашем мире), из истинности которых выводится по законам L_1, \dots, L_m предсказываемое высказывание. Такой процесс вывода можно рассматривать как вычисление истинности предсказываемого факта G на модели представляющей наш мир.

Проблемой существующей для I-S выводов является несогласованность вероятностных оценок с логическим выводом. Известно, что вероятностные оценки высказываний резко падают в процессе логического вывода и эти оценки нельзя улучшить. Вероятность и вывод по существу не согласованы.

Вычислению этих оценок посвящены работы по вероятностной логике ([Fitting M.C., 88], [Shapiro E., 83]; [Kifer M., V.S.Subrahmanian, 90], [Ng R.T., Subrahmanian V.S., 90a,b]; [Gaifman H., 64], [Nilsson N.J., 86], [Hailperin T., 84], [Halpern J.Y., 90], [Scott D.S., Krauss P., 66], [Adams Er.W., 75], [Van Emden M.N., 86].

Есть работы, в которых вероятность рассматривается как значение истинности утверждений, а процесс логического вывода обобщается до так называемой “количествоенных дедукций” (дедуктивных систем, в которых значения истинности непрерывны и принимают значения в интервале $[0,1]$): [Shapiro E., 83], [Kifer M., V.S.Subrahmanian, 90], [Ng R.T., Subrahmanian V.S. 90a,b]; [Van Emden M.N., 86]. В работах ([Ng R.T., Subrahmanian V.S. 90a,b]; [Van Emden M.N., 86]) описываются довольно богатые формальные системы, содержащие как частные случаи основные известные “количествоенные дедукции”. Но, несмотря на значительный прогресс в разработке формальных систем все они основаны на логическом выводе знаний - вероятностные оценки высказываний вычисляются после получения логического вывода. Анализ вероятностных оценок утверждений в процессе логического вывода показывает, что они всегда уменьшаются и, как правило, существенно. И это не случайно.

Дело в том, что использование правил вывода неявно предполагает абсолютную достоверность (или гипотетичность) используемых в выводе знаний и отвечает требованиям сохранения истинности, а не вероятности. Только для достоверного знания можно применять правила вывода неограниченное число раз, и только в этом случае они действительно являются правилами вывода - сохраняют значения истинности. Неограниченное применение правил вывода к вероятностным знаниям неприменимо, т.к. может приводить к знаниям со сколь угодно низкой оценкой вероятности, которые фактически не являются знаниями.

Логический вывод не предназначен для сохранения значения вероятности.

Понятие предсказания для индуктивных знаний отсутствует.

Первый шаг к синтезу логики и вероятности был сделан в “количествоенных дедукциях”, где значения истинности были обобщены до значений вероятности. Но в количествоенных дедукциях **сохраняется очевидное несоответствие**: при обобщении значений истинности, не обобщаются правила вывода. Правила вывода применяются для сохранения значений истинности, но если значения истинности обобщены, то и правила вывода должны быть обобщены так, чтобы сохранять эти обобщенные значения, а не значения истинности. Каким образом можно обобщить вывод?

Для решения данной проблемы нужен более радикальный пересмотр самого подхода к выводу, чем это делается в работах workshop. С нашей точки зрения предсказание нельзя вывести и соединить с каким-то процессом вывода, его можно только **вычислить** без использования какого-либо вывода.

Замена вывода предсказания на его вычисление является радикальной сменой парадигмы предсказания.

Рассмотрим процесс вывода с точки зрения “семантического” подхода к программированию [Goncharov S.S., Ershov Yu.L., Sviridenko D.I., 86]. Идея семантического программирования состоит в том, что процесс вывода можно рассматривать с семантической точки зрения как вычисление истинности утверждений на модели. При таком взгляде на вывод его можно обобщить, определяя новые взаимоотношения высказываний и модели. Можно рассмотреть вывод не только как проверку истинности на модели, но и как поиск фактов в модели, предсказывающих интересующее нас высказывание с максимальной вероятностью, или как поиск наиболее подтверждающих фактов, и т.д. Такие выводы будем называть семантическими. Такой вывод возможен потому, что истинность имеет только два значения, а вероятность, подтверждённость, достоверность и т.д. имеют континуум значений. Поэтому, если использовать не значения истинности: истина и ложь, среди которых не имеет смысла искать “более истинное”, а континуум значений, то поиск наиболее вероятного, достоверного и т.д. утверждения уже имеют самостоятельный смысл, которого нет в обычном понимании вывода. Как мы покажем, при таком выводе мы даже не нуждаемся в правилах вывода.

Определим семантический вероятностный вывод (СВВ), основанный на приведенной идеи семантического программирования.

Для СВВ вероятностные оценки высказываний не только не падают в процессе вывода, а наоборот строго возрастают. Кроме того, в нём синтезируется логика, вероятность и обучение, а также решается проблема статистической двусмысленности.

Определение 6. Семантическим Вероятностным Выводом некоторого сильнейшего вероятностного закона C_n будем называть такую последовательность вероятностных законов $C_1 \sqsubset C_2 \sqsubset \dots \sqsubset C_n$, что:

$$C_1, C_2, \dots, C_n \in LP, C_i = (A_1^i \& \dots \& A_{k_i}^i \Rightarrow G), i = 1, 2, \dots, n, n \geq 1, \quad (1)$$

правило C_i является подправилом правила C_{i+1} ,

$$\eta(C_i) < \eta(C_{i+1}), i = 1, 2, \dots, n-1,$$

C_n – СВЗ-правило.

Предложение 2. Любой вероятностный закон принадлежит некоторому семантическому ве-

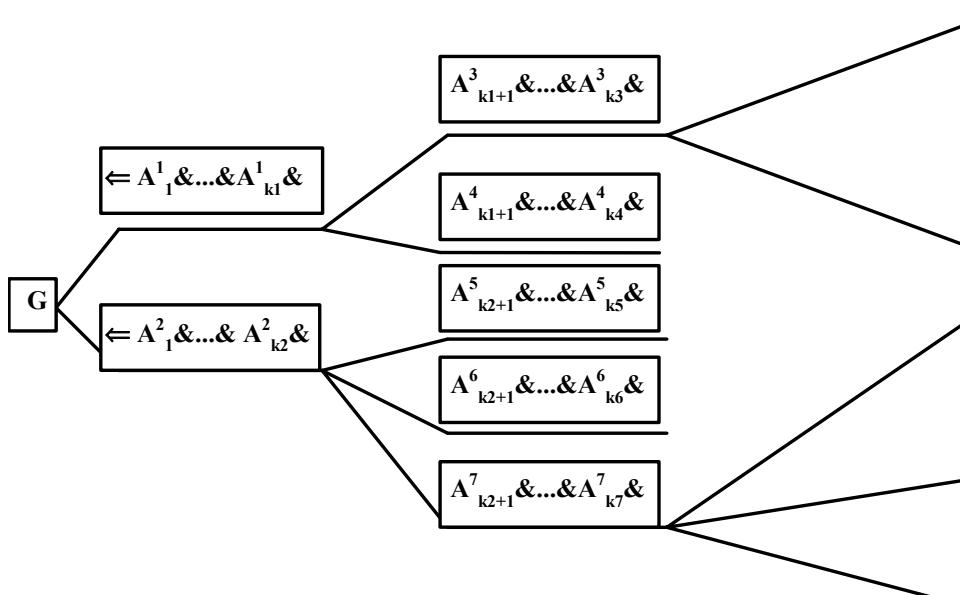


Рис 2. Дерево семантического вероятностного вывода

роятностному выводу. Любой сильнейший вероятностный закон находится в конечной ветке некоторого семантического вероятностного вывода.

Следствие 1. Для любого закона из L существует его семантический вероятностный вывод.

Рассмотрим множество всех семантических вероятностных выводов некоторого факта G . Это множество можно представить семантическим вероятностным деревом вывода факта G (см. Рис 2). Сравнение рис. 1 и рис. 2 показывает, что по структуре семантический вероятностный вывод полностью аналогичен выводу предсказания в логическом программировании за исключением того, что для проведения семантического вероятностного вывода не нужны правила L_1, L_2, L_3, L_4, L_5 и, значит, не нужен логический вывод, представленный на рис. 1. Единственно, что нужно – это уточнение посылки правил путем добавления дополнительных условий в посылку так, чтобы оценка вероятности предсказания атома G строго увеличивалась. Поскольку вероятность является числом, то для увеличения оценки вероятности предсказания не нужен логический вывод, можно просто искать в модели факты увеличивающие вероятность предсказания атома G .

Определение 7. Максимально Специфическим Законом для вывода факта G ($MC3(G)$) будем называть сильнейший вероятностный закон, принадлежащий семантическому вероятностному дереву вывода факта G , имеющий максимальное значение вероятности среди всех правил дерева.

Множество всех максимально специфических законов $MC3(G)$ для всех атомов $G \in U(\Omega)$ обозначим через $MC3$.

Предложение 3. $L \subset MC3 \subset CB3 \subset LP$.

Требование максимальной специфичности.

Решение проблемы статистической двусмысленности.

Определим Требование Максимальной Специфичности (TMC). Будем предполагать, что класс H объектов в определении RMS является предложением $H \in \mathfrak{R}(\mathfrak{I})$. Тогда TMC говорит о том, что должно быть выполнено равенство $p(G;H) = p(G;F) = r$. В терминах вероятности это означает, что должны быть выполнено равенство $\eta(G/H) = \eta(G/F) = r$ для любого $H \in \mathfrak{R}(\mathfrak{I})$.

Определение 8 Требование максимальной специфичности (TMC):

- при добавлении любого предложения $H \in \mathfrak{R}(\mathfrak{I})$ к посылке правила $C = (F \Rightarrow G)$ (тогда высказывание $\forall x(F(x) \& H(x) \Rightarrow F(x))$ истинно);
- выполнено условие $F(a) \& H(a)$ (тогда $\eta(F \& H) > 0$),
должно выполняться равенство $\eta(G/F \& H) = \eta(G/F) = r$.

Другими словами TMC означает, что не существует высказывания $H \in \mathfrak{R}(\mathfrak{I})$, которое увеличивает (или уменьшает, смотри нижеследующую лемму) условную вероятность $\eta(G/F) = r$ путем добавления его в посылку правила.

Лемма 1. Если высказывание $H \in \mathfrak{R}(\mathfrak{I})$ уменьшает условную вероятность $\eta(G/F \& H) < \eta(G/F)$, то высказывание $\neg H$ увеличивает её и $\eta(G/F \& \neg H) > \eta(G/F)$.

Лемма 2. Для любого правила $C = (B_1 \& \dots \& B_t \Rightarrow A_0)$, $\eta(B_1 \& \dots \& B_t) > 0$ вида (1) существует вероятностный закон $C' = (A_1 \& \dots \& A_k \Rightarrow A_0)$, являющийся подправилом правила C такой что $\eta(C') \geq \eta(C)$.

Теорема 4. Любое $MC3(G)$ правило удовлетворяет требованию TMC.

Предложение 4. Любой закон из L удовлетворяет требованию TMC.

Теорема 5. I-S вывод непротиворечив для любой теории $T \subset MC3$.

Проиллюстрируем эту теорему на примере статистической двусмысленности, приведенном в §1. Максимально специфичными правилами для высказываний E и $\neg E$ будут следующие правила $MC3(E)$ и $MC3(\neg E)$:

(Л1)': ‘Почти все случаи заболевания стрептококком, **который не является устойчивым к пенициллину**, быстро вылекиваются инъекцией пенициллина’;

(Л2): ‘Почти всегда устойчивая к пенициллину стрептококковая инфекция не вылечивается после инъекции пенициллина’.

Правило (Л1)’ имеет большую условную вероятность, чем исходное правило (Л1) и, следовательно, оно должно быть максимально специфичным МСЗ(Е) правилом для высказывания Е. Правила (Л1)’ и (Л2) уже не могут быть выполнены на одних и тех же данных и поэтому не противоречат друг другу.

Выводы

Итак мы определили семантический вероятностный вывод, который обладает следующими свойствами:

1. в нем **синтезируется логика, вероятность и обучение** для вычисления (вывода) предсказаний следующим образом:
 - a. вывод заменяется на вычисление;
 - b. истинность обобщается до вероятности;
 - c. **синтеза логики, вероятности и обучения**: процесс вывода-вычисления состоит в нахождении высказываний, имеющих максимальную оценку условной вероятности с целью наилучшего предсказания. Нами доказано, что получающиеся правила **максимально специфичны**, т.е. они содержат максимум информации, требующийся для максимально точного и непротиворечивого предсказания. Этот **процесс в точности совпадает с целью обучения** и индуктивного вывода знаний. Специфика обучения в семантическом вероятностном выводе только в том, что **ищутся общие** (вероятностные) и в тоже время **максимально специфические** (конкретные) высказывания, которые позволяют предсказывать определенный факт G.
2. **предсказания**, получающиеся семантическим вероятностным выводом по максимально специфическим правилам обладают следующими преимуществами по сравнению с традиционными:
 - a. **предсказания непротиворечивы**;
 - b. для них **не возникает проблема статистической двусмыслинности**;
 - c. они получаются на основании **максимально специфических правил**.
3. Покажем, что **главной задачей мозга является предсказание**.
Займемся **естественным интеллектом**.

Нейрон занимается предсказанием.

Формальная модель нейрона – есть семантический вероятностный вывод.

физиологические свойства нейрона:

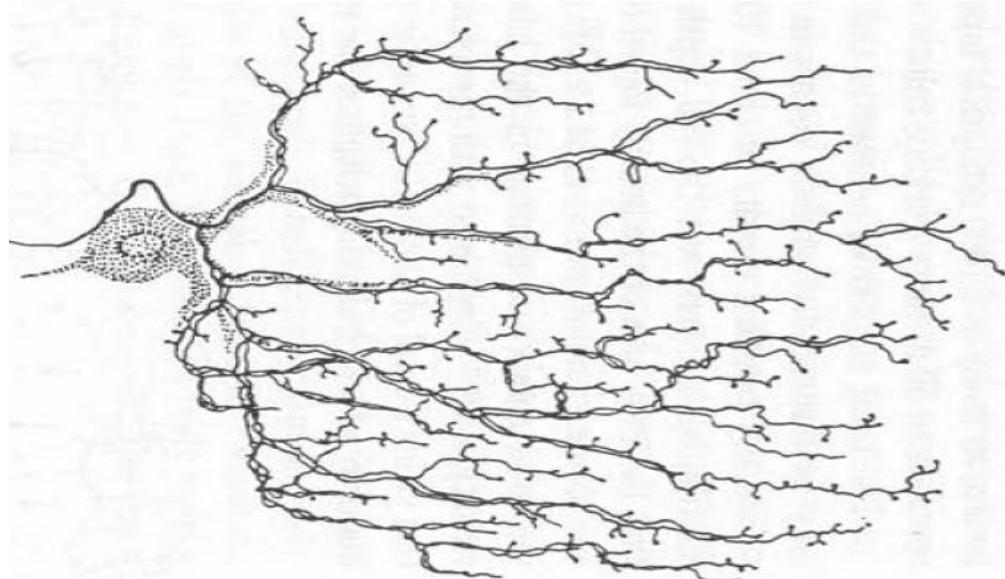
1. Когда человек обучается, то по **принципу условного рефлекса** происходит тот же процесс накопления навыков, что и в семантическом вероятностном выводе: сигналы, которые ассоциируются с результатом начинают входить в систему обучения и связываться с результатом – в терминах семантического вероятностного вывода это те признаки, которые проявляют свою связь с результатом и увеличивают вероятность предсказания результата. На уровне нейронов **условный рефлекс** проявляется в виде эффектов **замыкания условных связей на уровне нейронов**.

2. Тот факт, что нейрон занимается предсказанием подтверждает свойство нейрона использовать в своей работе только **максимально специфические правила** ввиду **следующего свойства нейронных процессов**. Известно, что **нейроны максимально быстро срабатывают на сигналы, имеющие максимальные значения условной вероятности**. Поэтому нейроны в первую очередь срабатывают по максимально специфическим правилам и именно эти нейроны в первую очередь возбуждают или тормозят связанные с ними нейроны.

Каков **смысл полученного синтеза логики, вероятности и обучения** в семантическом вероятностном выводе? Лучше всего это объяснить в терминах когнитивных процессов, поскольку в логике подходящих понятий нет.

Обучение заканчивается тогда, когда результат прогнозируется с вероятностью 1 и действия по его достижению становятся автоматизированными. В семантическом вероятностном выводе пределом обучением является теория $\text{Th}(M)$, включающая высказывания с условной вероятностью 1. Поэтому пределу обучения соответствует множество L законов и выводимая из них теория $\text{Th}(M)$. В силу предложения 3 $L \subset \text{МСЗ}$ множество максимально специфических законов является вероятностным непротиворечивым расширением теории $\text{Th}(M)$.

Назовем теорию МЗП **теорией предсказания**. С когнитивной точки зрения теория предсказания является тем **множеством предвосхищений**, которые проявляются в **апперцепции** и **мышлении** (как оно описано в части III работы [Брушлинский А.В., 1996] озаглавленной «мыш-



ление и прогнозирование»).

Теории и принципы. Метод исследования.

Зададимся вопросом, каким образом можно разобраться в огромной совокупности различных теорий, занимающихся исследованиями работы мозга?

Так как работа мозга многогранна, то в различных теориях она описывается с различных точек зрения, в разных системах понятий и поэтому эти теории, как правило, несовместимы между собой.

Например, такая ситуация имеет место для теорий восприятия. Достаточно образно она выражена А.Д.Логвиненко, в предисловии к переводу книги [Дж.Гибсона, 1988]:

«Первое знакомство с теориями восприятия производит обескураживающее впечатление. Прежде всего, ошеломляют обилие теорий, их эклектическая пестрота и порой почти полная несовместимость. Тех, у кого достанет терпения разобраться в этом чудовищно запутанном на-громождении идей, подходов, направлений и т.п., ожидает еще один сюрприз. Оказывается, что никакой теории восприятия нет, и никогда не было. Были более или менее удачные идеи, но не было ни одной достаточно развитой теории».

Теории различны по вполне естественным причинам: у них различные системы понятий, определяющие как бы “срез”, “точку зрения”, сквозь которую рассматривается объект исследования; у них различные априорные предположения; различные методы исследования и используемые вспомогательные теории и методы и т.д. Все это составляет исходный **базис естественно-научной теории (парадигму)**, определяющую предмет исследования, дальнейшие направления исследований и начальную естественнонаучную теорию.

Дальнейшее развитие естественнонаучной теории осуществляется в рамках данной **парадигмы** и состоит в уточнении и развитии этого базиса: выдвигаются и проверяются новые гипотезы, формулируемые в системе понятий; развивается теория добавлением подтвержденных гипотез; делаются и экспериментально проверяются новые следствия теории и т.д. После накопления достаточного количества фактов делаются обобщения в виде новых **постулатов, принципов, аксиом, уравнений** и т.д. Эти обобщения, как правило, делаются одновременно с введением новых достаточно абстрактных понятий (теоретических терминов).

Процесс обобщения доходит в результате до достаточно абстрактных и, как правило, простых **постулатов, принципов, аксиом или уравнений, из которых могут выводиться все остальные или основные утверждения теории**. Такие обобщения мы будем называть **принципами**.

Принципами теории будем называть такие наиболее **общие утверждения теории, из которых вытекают все остальные наиболее важные утверждения этой теории**, т.е. принципом может быть только такое общее утверждение (постулаты, аксиомы, уравнения) теории, из которого выводится почти вся теория. Если теория выводится из некоторого принципа, то такую теорию будем называть **теорией-принципом**.

Традиционно считается, что теория, развивающаяся в рамках некоторой парадигмы, является теорией («картиной», «срезом») своего базиса как предмета исследований. При этом так же считается, что принципы теории являются принципами строения этого предмета исследований. Но это не совсем так. Как правило, **точный анализ принципа** (в частности, математический) вступает в противоречие с **базисом теории** и это не случайно. Дело в том, что в принципах теории удается подняться над теми частностями в предположениях, методах исследования, используемом аппарате и т.д., которые были сделаны в процессе создания теории, и тем самым приблизиться к истине. В психологии, например, хорошо известно, что восприятие осуществляется от целого к частному. Восприятие деталей и частностей направляется и корректируется восприятием целого. То же самое происходит и с теориями. **Если теория развилаась до**

теории-принципа, то последняя ближе к «истине». Теоретические понятия, для того и вводятся в теорию, что бы углубить “точку зрения”, “картину” объекта исследования и проникнуть вглубь него, в его суть. Если при этом основания (базис) теории вступает в противоречие с теорией-принципом, то надо менять основания, а не принципы. **Однако никто не считает** (за редчайшим исключением), **что принципы важнее оснований**, поэтому найденное противоречие не принимается научным сообществом, т.к. это требует пересмотра оснований и, значит, существующей парадигмы. Но так как почти все считают, что **существующая парадигма важнее принципов** и её **пересмотр это целая “научная революция”**, то такой результат (вывод теории-принципа) рассматривается просто как **парадокс**, которому не придают должного значения. Можно показать на множестве примеров, что надо действовать как раз наоборот - пересматривать основания исходя из результатов анализа принципа. Такой пересмотр действительно будет **“научной революцией”**, но **проведенной в направлении приближения к истине**.

Такой путь развития теории, когда ищутся принципы, затем выводиться теория-принцип, а затем производиться «научная революция», путем пересмотра оснований, был бы регулярным методом развития теории, включающим, как развитие теории в рамках одной парадигмы, так и смену парадигм.

Примерами принципов являются: в физике - принцип феноменологической симметрии Ю.И.Кулакова, из которого выводятся практически все фундаментальные физические законы, классификация физических законов и физические величины. Этот вывод требует пересмотра определений целого ряда физических понятий.

В математике таким принципом является понятие задачи (включающее не только определение Задачи, но и требования к ней), сформулированное Ю.Л. Ершовым и К.Ф.Самохваловым, из которого вытекает новый взгляд на основания математики и необходимость пересмотра программы Д.Гильберта обоснования математики.

Теперь можно сформулировать **метод исследования**, который позволит найти принцип работы мозга.

Теории-принципы обладают одним важным свойством: они позволяют устанавливать **концептуальные мосты между теориями-принципами**.

Если для теории-принципа ее принцип интерпретируем в системе понятий некоторой другой теории, то и вся теория-принцип интерпретируема в системе понятий этой теории и тем самым устанавливается **концептуальный мост** между этими двумя теориями. Если принципы двух теорий-принципов выражают некоторое общее ключевое понятие или принцип, то в этом случае, **как принципы, так и теории взаимно интерпретируемы или одна из теорий «вложима» в другую**. Это позволяет осуществлять **синтез различных теорий через их принципы**.

Прийти к пониманию **принципа работы мозга** можно только путем **синтеза различных теорий через их принципы**. При этом сначала следует выделить соответствующие принципы в рассматриваемых теориях, если они не выделены. Затем привести эти теории к теориям-принципам с взаимно интерпретируемыми принципами. Если после выделения некоторого принципа он поддается формализации, то мы получаем интерпретацию принципа в некоторой математической теории. В этом случае формализуется не только принцип, но и вся теория-принцип путем математического анализа принципа и получения всех следствий из него (всей теории).

Математическая теория-принцип путем обратной интерпретации в исходную теорию может быть проверена на адекватность предложенной формализации, **что предъявляет значительно более сильные требования к формализации**, чем обычные формализации в исходных теориях, проводимые в рамках некоторой парадигмы.

Как показывают единичные существующие примеры, **построение математической теории-принципа - дело очень не тривиальное**. Поэтому с этой точки зрения наука находится еще

только в начале своего развития. **Фактически такой путь исследования еще даже не осознан**, и данная работа является попыткой его демонстрации и обоснования его важности.

Как показывает исследование принципов работы мозга, синтез различных теорий-принципов вместе с их формализациями в виде математических теорий-принципов, **может осуществляться путем синтеза пар принципов вместе с их математическими теориями**. Синтез любых двух принципов даст нам более полный принцип работы мозга. Синтезируя далее другие теории-принципы, мы получим еще более точный и развернутый принцип работы мозга.

Данный путь исследования и **предпринят нами для нахождения принципа работы мозга, и он, как представляется, является единственным**, по которому его можно найти.

Принципы работы мозга. Целеполагание.

В работе было показано, что существующие проблемы в основаниях математики (программа Гильберта обоснования математики) связаны с отсутствием понятия **Задача**. В этой работе показано, что рассмотрение математических исчислений самих по себе недостаточно. Их необходимо рассматривать вместе с классами Задач, для решения которых они необходимы:

«**одна и та же теория как математическое исчисление** содержательно будет иметь *разные* множества осмыслиенных высказываний, если она предназначена для обработки разных классов Задач».

Поэтому понятие Задача является необходимым элементом рассмотрения любой математической теории и в этом смысле является их **принципом** рассмотрения: «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».

Таким образом, мы имеем **принцип рассмотрения и применения математических исчислений**. Этот принцип в работе [Ершов Ю.Л., Самохвалов К.Ф., 84] формализован и математически проанализирован. Задача осмыслена только тогда, когда есть критерий ее решенности. В математических теориях таким критерием обычно считается наличие доказательства решения задачи. Но мы в состоянии применить этот критерий только тогда, когда в рамках самой формальной системы мы имеем одновременно доказательство решения задачи и возможность убедиться средствами самой этой системы, что данное доказательство действительно является решением задачи.

В работе Ершова Ю.Л. и Самохвалова К.Ф. доказано, что только в "слабых" формальных системах мы в состоянии средствами самой формальной системы всегда определить является ли некоторый текст доказательством решения некоторой Задачи или нет. Тем самым, только в "слабых" формальных системах доказательство решения задачи может быть критерием ее решенности и осмыслинности.

Установим **концептуальный мост** между математическими теориями и Теорией Функциональных систем работы мозга П.К.Анохина. Можно заметить, что обобщением понятия задача, является понятие Цель.

Как отмечает П.К.Анохин, отсутствие понятия Результата как критерия достижения Цели является большим пробелом в исследованиях:

«Пожалуй одним из самых драматических моментов в истории изучения мозга как интегративного образования является фиксация внимания на самом действии, а не на его Результатах... мы можем считать, что Результатом "хватательного рефлекса" будет не само хватание как действие, а та совокупность афферентных раздражений, которая соответствует признакам "свеченного" предмета (Результата действия)»

На понятии Результата и иерархии Результатов, достигаемых в процессе целенаправленного поведения, основана вся теория функциональных систем П.К.Анохина и его школы. Задача лю-

бого организма – это достижение определенных Результатов в целенаправленном поведении. Таким образом, через понятия Задача и Цель устанавливается концептуальный мост между понятием Задача в математических теориях и теорией функциональных систем.

Целенаправленное поведение формируется **Целью**. Рассмотрим понятие Цели. Цель нельзя достичь, не имея критерия её достижения, иначе всегда можно считать, что она уже достигнута. При постановке Цели критерий её достижения не выполнен и существует как **Акцептор достижения цели**. Цели без критерия её достижения – Акцептора достижения цели – не существует. Поэтому наличие критерия достижения Цели является **необходимым условием** её осмысленности и существования. Понятие Цели позволяет определить **Результат** достижения Цели как ту стимуляцию, которая удовлетворит критерий при достижении Цели.

Цель принципиально ничего не говорит о том, **КАК** её достичь и как можно организовать целенаправленное поведение. Цель никаким образом не направляет поведение в целенаправленном поведении. Для случая целенаправленного поведения Акцептор достижения цели будем называть **Акцептором результатов действия**.

Для того, что бы знать, **КАК** можно достичь Цель, нужен опыт. Если нет никаких знаний и опыта, то поведение организуется **методом «проб и ошибок»**. В этом случае метод «проб и ошибок» является единственно возможным. Для организации поведения методом «проб и ошибок» существует специальная **ориентировочно-исследовательская реакция**, которая с **необходимостью** должна существовать для накопления опыта.

Опыт складывается из достигнутых **методом «проб и ошибок»** успешных случаев достижения цели на основе **принципа опережающего отражения действительности**. В соответствии с этим принципом возможность достижения Цели предвосхищается на основании предыдущего опыта. Поскольку Цель ничего не говорит о том, как ее достичь, то принцип опережающего отражения действительности **необходим** для организации достижения Цели.

Принципы работы мозга. Принцип Предсказания.

Физиологическим понятием, соответствующим понятию предсказания, является понятие **«вероятностное прогнозирование»**, введенное Фейгенбергом и использованное П.В.Симоновым в Информационной теории Эмоций.

В работе Симонов П.В. следующим образом подводит итог своих исследований: “Суммируя результаты собственных опытов и данные литературы, мы пришли ... 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 ...».

Тем самым, понятие **предсказания**, с одной стороны, через понятие вероятностного прогнозирования имеет физиологическую интерпретацию в Информационной теории Эмоций П.В.Симонова а, с другой стороны, формализовано в семантическом вероятностном выводе.

Это устанавливает **Концептуальный мост** между формализацией предсказания СВВ и Информационной теорией эмоций П.В. Симонова.

Оба принципа – целеполагания и предсказания синтезируются в один – **главный принцип работы мозга**. Он состоит в том, что главная движущая сила любого целенаправленного поведения – эмоции – двухпараметричны. Они зависят как от **эмоциональной оценки** достигаемого **Результата**, так и от **вероятностной оценки самой возможности достижения результата**.

Это отражено, например, в приведенном выше высказывании П.В.Симонова, где первым параметром является **эмоциональная оценка потребности**, которая в точности является **внутренней постановкой Цели организма**, достигаемой через внешнюю целенаправленную деятельность, а вторым параметром вероятность ее достижения.

Синтез двух принципов и его интерпретация в двух физиологических теориях и двух математических теориях позволяет вывести новую формальную модель нейрона и работы мозга.