

## **Формальная логика в медицине, формализация и алгоритмизация медицинских задач. Основы логики высказываний**

Знание логики повышает общую интеллектуальную культуру человека, оказывает содействие формированию логически правильного мышления, основными чертами которого является четкая определенность, последовательность, непротиворечивость и доказательность. Освоение логической науки дает возможность сознательно строить правильные соображения, отличать их от неправильных, избегать логических ошибок, умело и эффективно обосновать истинность мыслей, защищать свои взгляды и убедительно опровергать ошибочные мысли и неправильные соображения своих оппонентов, оказывает содействие усовершенствованию стихийно сформированной логики мышления. Благодаря логике человек приобщается к новейшим результатам логических исследований.

Одним из основных понятий логики является понятие «**высказывание**». Высказыванием называется повествовательное предложение, которое можно оценить как истинное или ошибочное. Высказывания обозначают буквами какого-нибудь алфавита, например латинского: А, В, Х и т.п..

Высказывание по строению может быть простым или составным. По своему смыслу высказывания содержат одно какое-нибудь сообщение или утверждение о существующем мире. Такое высказывание называется простым. Например, «диагноз - инфаркт миокарда»; «у пациента наблюдается нарушение сердечного ритма». Из простых высказываний с помощью логических связок И, ИЛИ и НЕ образуются составные высказывания. Простые высказывания, из которых образуется составное, называются логическими аргументами. Предложение «Больной ощущает сильную боль в области челюсти, рот самостоятельно не закрывается, тяжело глотать и говорить» является составным высказыванием (логической функцией «И»).

Высказывание по своему смыслу может быть проблемным, достоверным или условным

Проблемное – это высказывание, в котором что-то утверждается или отрицается с определенной степенью предположения. Например, “причиной головной боли есть, наверное, повышенное давление”.

Достоверное – это высказывание, которые содержит знания, обоснованные и проверенные практикой. Например, “человек дышит кислородом”.

Условное – это высказывание, в котором отображается зависимость того или другого явления от тех или других обстоятельств и в котором основание и следствие соединяются с помощью логического союза “если ... , то ... ” Например, “если диагноз инфаркт миокарда, то наблюдается нарушение сердечного ритма». В условном высказывании надо различать основание и следствие.

### **Множество значений высказывания**

Любое высказывание может соответствовать или не соответствовать действительности.

В первом случае оно называется истинным, во втором . ошибочным или ложным. Истинное высказывание можно обозначать символом 1, а ошибочное - символом 0. Таким образом, не считаясь с разнообразием высказываний, все они в алгебре логики могут приобретать только два значения: 1 или 0.

Существуют высказывания, которые всегда истинны, например, «Человек дышит кислородом», «Пневмония - воспаление легких». Обозначив приведенные высказывания через Х и Y соответственно, можно записать  $X = 1$ ,  $Y = 1$ .

Есть высказывания, которые всегда ошибочны. Например, «Анемия - это сердечная недостаточность», «Для развития живого организма нужен никотин». Обозначив их через S и P соответственно, можем записать  $S = 0$ ,  $P = 0$ . Большинство высказываний могут быть истинными или ошибочными смотря по обстоятельствам. Высказывание «кожа человека

бледно-розового цвета» истинно лишь для здорового человека, в других случаях (если произошло отморожение кожи, проявление аллергической реакции и т.п.) оно ошибочно.

### Алфавит логики высказываний

В современной логике есть специальный раздел о сложных высказываниях - логика высказываний. В логике высказываний используется искусственный язык, который представляет знаковые средства (алфавит логики высказываний): Переменные логики высказываний – А, В, С, D, ... (переменные предложений) обозначают простые высказывания. Знаки логических союзов:  $\cdot$   $\vee$  конъюнкция;  $\cdot$   $\wedge$  дизъюнкция;  $\rightarrow$ .- импликация;  $\sim$ .- эквивалентность;  $\neg$  - отрицание; технические знаки (скобки, запятая).

Логические операции и таблицы истинности. Бинарные и унарные операторы.

Логика оперирует конечным числом операторов. Множество логических операторов разделяют на две группы:

- Бинарные операторы используют две логические переменные, например операторы «И», «ИЛИ».
- Унарные операторы используют одну логическую переменную. Эту группу образует оператор отрицания «НЕ».

Договоримся обозначать простые высказывания буквами латинского алфавита: А, В, С... Значение истинности будем сокращенно обозначать цифрой 1 для «ИСТИНА» и 0 для «ЛОЖЬ».

Рассмотрение логических операций начнем с простейшей . операции **отрицания**, которая отвечает в обычном языке частице «не». Эту операцию обозначают знаком  $\neg$  Высказывание  $\neg A$  читается так: «не А». Если А . некоторое высказывание, например, «у пациента выявлена пневмония», то  $\neg A$  . новое составное высказывание «у пациента не выявлена пневмония». Легко видеть, что если А. истинное высказывание, то  $\neg A$  . ошибочное и наоборот. Этот факт положен в основу определения логической операции « $\neg$ ». Действие операции представим в виде таблицы истинности для отрицания

Таблица 8.1. Таблица истинности для отрицания

А	НЕ А
0	1
1	0

Следующая логическая операция – **конъюнкция**, «логическое умножение», «И» Обозначается конъюнкция символом « $\vee$ », который ставится между высказываниями. Пусть А - высказывание: «У больного повышенная температура», а В - «У больного повышенное давление». Тогда  $A \vee B$  будет высказыванием «У больного повышенная температура и повышенное давление». Образованное высказывание истинно только тогда, когда истинны оба высказывания, которые входят в него. Т.е., операция конъюнкции определяется таким образом: Конъюнкцией высказываний А **И** В называется такое высказывание, которое истинно тогда и только тогда, когда истинны высказывания А и В.

Следующая логическая операция – **дизъюнкция**, «ИЛИ», «логическое сложение»,  $\wedge$ .

Дизъюнкцией высказываний  $A \wedge B$  называется такое высказывание, которое ошибочно тогда и только тогда, когда ошибочны высказывания А и В.

Приведем пример. Если за А взять высказывание «Предварительный диагноз - ангина», а за В взять высказывание «катар верхних дыхательных путей», то  $A \wedge B$  является высказыванием «Предварительный диагноз ( ангина или катар верхних дыхательных путей».

Рассмотренные три операции являются фундаментальными (основными) операциями алгебры логики.

Одной из важных операций логики высказываний есть **импликация**. Эта операция обозначается « $\rightarrow$ ».Импликацией высказываний А и В называется такое высказывание, которое ошибочно лишь тогда, когда antecedent (первая часть импликации -

высказывание А) есть истинным, а консеквент (вторая часть импликации - высказывание В) – ошибочным, во всех других случаях высказывания  $A \rightarrow B$  истинно.

Введем последнюю логическую операцию - **эквивалентность**. Она обозначается знаком « $\sim$ ». Сложное высказывание « $A \sim B$ » читается так: «А эквивалентно В». Эквивалентностью (двойной импликацией) высказываний А и В называется такое высказывание, которое есть истинным тогда и только тогда, когда высказывания А и В одновременно истинны или ложны.

Таблица 8.2. Таблица истинности бинарных логических операций.

A	B	$A \vee B$	$A \wedge B$	$A \rightarrow B$	$A \sim B$
0	0	0	0	1	1
0	1	0	1	1	0
1	0	0	1	0	0
1	1	1	1	1	1

Таблица 8.3. Свойства логических операций.

коммутативность	$A \vee B = B \vee A$ $A \wedge B = B \wedge A$
ассоциативность	$(A \vee B) \vee C = A \vee (B \vee C)$ $(A \wedge B) \wedge C = A \wedge (B \wedge C)$
дистрибутивность	$(AB) \wedge C = (A \wedge C) \vee (B \wedge C);$ $(AB) \vee C = (A \vee C) \wedge (B \vee C);$
закон двойного отрицания	$\neg(\neg A) = A$ $(\neg A \vee A) = 0$ $(\neg A \wedge A) = 1$
законы де Моргана	$\neg(A \wedge B) = (\neg A \vee \neg B)$ $\neg(A \vee B) = (\neg A \wedge \neg B);$ $A \vee 0 = A$ $A \vee 1 = 1;$
закон умножения на ноль	$A \wedge 0 = 0;$
закон умножения на единицу	$A \wedge 1 = A$

### Логические операторы и функции

Из простых высказываний путем некоторого числа логических операций можно строить составные высказывания, которые называют соответственно логическими функциями «И», «ИЛИ» и «НЕ». Эти три функции являются фундаментом алгебры логики, на котором строится вся ее теория. Множество других логических функций можно выразить через основные «И», «ИЛИ» и «НЕ». Приведем соответствующие выражения:

$$A \leftrightarrow B = ((A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow A))$$

$$A \rightarrow B = \neg A \vee B.$$

Употребляя введенные логические операции, можно строить сколько угодно сложные выражения.

Рассмотрим высказывание: “При открытом переломе таза имеются повреждения внешних тканей тела (кожи), сильная боль в участке таза, невозможность самостоятельно встать или сесть”.

Сделаем следующие обозначения: пусть

А - наличие повреждения внешних тканей тела (кожи);

В - сильная боль в участке таза;

С - невозможность самостоятельно встать;

К - невозможность самостоятельно сесть

1 - открытый перелом таза;

Тогда сложная формула  $(A \wedge B \wedge (C \vee K)) = 1$  является сокращенной записью рассмотренного высказывания. Операции выполняют в том порядке, как это указано с помощью скобок. Применение каждой операции происходит согласно таблице истинности для этой операции

### **Способы представления логических функций**

Логическую функцию (сложное высказывание) можно задать тремя способами: словесным, табличным и аналитическим.

I. При словесном способе представления функция обозначается словами, причем описание должно однозначно определять все случаи, когда логические аргументы приобретают свои возможные значения: 0 и 1. Например, функция равняется 1, если любые два аргумента равняются 1, а в остальных случаях - 0.

II. Табличным способом представления логической функции есть таблица истинности. При этом способе, пользуясь словесным описанием, составляют таблицу, в которой учтены все возможные комбинации значений логических аргументов и значений функции для каждой комбинации.

III. Аналитический способ - это запись логической функции в виде уравнения, которое получают из таблицы истинности. Вывод логического уравнения вызывает особый интерес, поскольку электронные схемы, применимые в вычислительной технике, строятся на основе заранее составленных логических уравнений.

### **Логический подход к диагностике заболеваний**

Логический анализ применяется в медицине для диагностики заболеваний.

Любое заболевание описывается комплексом симптомов, характерных для него, которые дают возможность отвергнуть похожие заболевания. Наличие симптома в больного обозначается символом I, отсутствие симптома - X. Таким способом, симптомы сыграют роль аргументов, а диагноз заболевания, который может приобретать только два значений (или быть истинным для комплекса симптомов, или быть ошибочным), является логической функцией этих аргументов.

Наиболее простым диагностическим приемом является прямое сопоставление значений симптомов у больного и в эталоне заболевания. При полном совпадении значений и осуществляется диагностика заболевания. Такой метод применяется для заболеваний, которые развиваются по классической схеме. Тем не менее опытный врач знает, что очень редко патологические процессы в организме протекают в соответствии с описаниями, представленными в учебнике. Более сложным логическим методом являются сравнения всех возможных комбинаций значений симптомов (например, берут все комбинации значений в разных соединениях из трех симптомов) с данными, которые содержатся в проверенных историях болезни. При сравнении каждая такая комбинация характерная для определенного числа случаев  $N_1$  какого-нибудь заболевания A и определенного числа случаев  $N_2$  других заболеваний. Если  $N_1 > N_2$ , то комбинация считается информационной для диагностики заболевания A. Суть данного логического метода заключается в определении всех информационных взаимодополняющих комбинаций, к которым относится диагноз.

### **Формализация и алгоритмизация медицинских задач**

Формализация – процесс представления информации об объекте в виде формальной системы, символов какого-либо языка. В результате анализа задачи определяется специфика данных, вводится система условных обозначений, устанавливается принадлежность ее к одному из классов задач (например, математические, физические, медицинские и т.п.). Если определенные аспекты решаемой задачи можно выразить в терминах какой-нибудь формальной модели (определенной структуры, которая используется для представления данных), то это, безусловно, необходимо сделать,

поскольку в этом случае в рамках формальной модели можно узнать, существуют ли методы и алгоритмы решения поставленной задачи. Даже если они не существуют, то использование средств и свойств формальной модели поможет в построении решения задачи.

Формализованная медико-биологическая задача должна быть алгоритмизированной. Под **алгоритмизацией** понимают метод описания систем или процессов путем создания алгоритмов их функционирования.

Под **алгоритмом** понимают правило, которое указывает действия, в результате выполнения которых приходим к искомому результату. Такую последовательность действий называют алгоритмическим процессом, а каждое действие - его шагом. Этап алгоритмизации в общем случае наступает лишь тогда, когда понятна постановка задачи, когда существует четкая формальная модель, в рамках которой будет происходить решение задачи. С этой точки зрения процесс подготовки задачи предусматривает:

- постановку задачи - определение ее содержания и исходных данных.
- разработку алгоритма решения - выбор метода решения и описание последовательности действий.
- представление алгоритма решения - построение структурной схемы алгоритма.

### **Алгоритмы и их свойства.**

**Алгоритм** — это упорядоченный набор четко определенных правил для решения задач за конечное количество шагов. Говоря об алгоритмах, необходимо рассмотреть источник их возникновения.

Первый источник - это практика, наша повседневная жизнь, которая предоставляет возможность, а иногда и требует получать алгоритмы путем описания действий из решения различных задач. Такие алгоритмы называются эмпирическими. Второй источник - это наука. Из ее теоретических положений и установленных фактов могут быть выведены алгоритмы. Так, на основе теоретических законов можно построить алгоритмы для управления разными технологическими процессами. Третьим источником являются разные комбинации и модификации уже имеющихся алгоритмов. Примерами алгоритмов являются правила приготовления лекарства в аптеке, инструкции принятия лекарства, процесс лечения больного и т.п..

### **Свойства алгоритмов**

**Определенность.** Алгоритм не должен содержать указаний, содержание которых может быть воспринято неоднозначно. Кроме того, после выполнения очередного указания алгоритма не должны возникать никаких разногласий относительно того, какое указание будет выполняться следующим. Иначе говоря, при выполнении алгоритма никогда не должна появляться потребность в принятии любых решений, которые не были предвидены составителем алгоритма.

**Массовость.** Алгоритм составляется не для решения одной конкретной задачи, а для целого класса задач одного типа. В простом случае эта вариативность алгоритма обеспечивает возможность использования разных допустимых исходных данных.

**Дискретность.** Процесс, который описывается алгоритмом, должен быть разделен на последовательность отдельных действий. Описание, которое при этом возникает, представляет собой последовательность указаний, четко отделенных один от другого, которые образуют дискретную структуру алгоритмического процесса - лишь выполнив требования одного указания, можно перейти к следующему.

**Результативность** — обязательное свойство алгоритмов. Его суть состоит в том, что при точном выполнении всех указаний алгоритма процесс принятия решения (получение результата) должен закончиться через оконченное количество шагов и при этом должен быть получен ответ на поставленный в задаче вопрос.

### **Способы представления алгоритмов**

Существует несколько способов представления алгоритмов: словесный, символический, графический.

Словесный способ заключается записи алгоритма с помощью языка. Данный способ применяется редко, поскольку запись при этом довольно громоздка и могут возникнуть противоречивые толкования алгоритма.

Символический способ заключается в записи алгоритма с помощью условных символов. Данный способ представления алгоритма делает запись алгоритма очень кратким, и не наглядным.

Графический способ – изображение алгоритма в виде структурной схемы, которая состоит из отдельных блоков. Этот способ представления алгоритма является наиболее удобным и наглядным.

При представлении задачи графическим способом применяют такие основные виды блоков:

Блок в виде прямоугольника символизирует выполнение определенных указаний задачи. Стрелками обозначается направление хода выполнения условий задачи.

Блок в виде ромба символизирует проверку выполнения определенного утверждения с целью принятия решения о направлении ходе дальнейшего выполнения условия задачи.

Внутри блока описывается условие, которое надо проверить. Возможные операции указываются на выходах - линиях, которые выходят из блока.

Начало и конец алгоритма изображаются в виде овальных блоков.

Если существует потребность свести несколько линий в одну, то используют соединительный круг.

При составлении структурной схемы алгоритма составитель должен придерживаться следующих правил, так называемых правил для составления структурной схемы алгоритма:

- Любой алгоритм должен иметь начало и конец
- Все блоки, кроме проверки условия, имеют только один выход.
- Все блоки алгоритма имеют не больше одного входа.
- Линии алгоритма не могут разветвляться.
- Типы алгоритмов и их структурные схемы

### **Типы алгоритмов**

**Линейные алгоритмы.** Алгоритм, который содержит лишь указания о безусловном выполнении некоторой последовательности действий, без повторов или разветвлений (простое следование) называют линейным.

Рассмотрим задачу, которую можно формализовать с помощью линейного алгоритма.

Задача 1. При острых и хронических бронхитах; снижении аппетита, ухудшении пищеварения врач, в частности, рекомендует пациенту принимать травы душицы. Способ ее применения и дозы представлены на упаковке в виде текста следующего содержания: 10 г травы (2 ст. ложки) душицы помещают в эмалированную посуду, заливают 200 мл (1 стакан) кипяченной воды комнатной температуры, закрывают крышкой и настаивают на кипящем водном куполе 15 мин. Охлаждают при комнатной температуре 45 мин., процеживают, остаток отжимают в процеженный настой. Настой дополняют кипяченной водой до 200 мл. Принимают в теплом виде по . стаканы 2 раза на день за 15 мин. до еды.

### **Разветвленные алгоритмы**

Алгоритм, в котором предполагается проверка определенного утверждения называют разветвленным. Разветвление – это такая форма организации действий, при которой в зависимости от выполнения или невыполнение некоторого условия осуществляется та или другая последовательность действий. Условие – это любое утверждение или вопрос, который допускает лишь две возможные ответа “да” (истинное утверждение) или “нет” (утверждение ложное).

Рассмотрим задачу, которая формализована с помощью разветвленного алгоритма.

Задача 2. При диагностике заболевания желудочно-кишечного тракта определяют кислотность среды Рн-метрии пользуются следующими критериями:  $\text{PH} < 7$  - среда кислая,  $\text{PH} = 7$  - среда нейтральная,  $\text{PH} > 7$  - среда щелочная.

### **Циклические алгоритмы**

Алгоритмы, в которых предусмотрено многократное повторение некоторой последовательности действий называют циклическими. Цикл – это форма организации действия, при котором последовательность действий выполняется несколько раз до тех пор, пока выполнится некоторое условие.

Процесс диагностики можно разбить на три логически связанных этапа:

1) сбор информации о состоянии больного (выявление симптомов, проведение анализов и т.д.),

2) отбор наиболее существенных признаков (симптомов), сравнение их с диапазоном нормы с учетом пола, возраста, расово-национальных признаков, образа жизни и т.д. систематизация признаков состояния больного в определенные симптомокомплексы (синдромы) - это этап переработки информации,

3) сопоставление с симптомами известных заболеваний - постановка диагноза.

Процесс постановки диагноза происходит по определенным правилам, т.е. подчинен алгоритмическим закономерностям.

Диагностический алгоритм - это логическая последовательность правил, в которой информация о признаках состояния больного сопоставляется с комплексом признаков, характеризующих типичные заболевания.

На основании результатов сравнения принимается решение о вероятном диагнозе. Постановка диагноза бывает легкой только тогда, когда течение заболевания типично, т.е., когда набор симптомов у данного больного полностью совпадает с симптомокомплексом определенного заболевания. На практике это бывает далеко не всегда. Чаще решение принимается как выбор из нескольких возможных диагнозов. Диагностический алгоритм можно автоматизировать и организовать компьютерную диагностику.

Вид диагностического алгоритма будет зависеть при этом от принятой врачебной логики.

Медицина прогрессирует лишь при условии обобщения опыта и знаний врачей (т.е. проще говоря, бесконечном увеличении наблюдений). Такое обобщение опыта является основой вероятностного подхода в диагностике. Основу метода составляет диагностическая таблица, составленная для определенного класса заболеваний. Структурно таблица представляет собой совокупность столбцов, каждый которых соответствует конкретному диагнозу. Таким образом, число столбцов таблицы равно числу диагнозов, рассматриваемых в данной системе ( $D_1$  - первый диагноз,  $D_2$  – второй, ... и т.д.). Строками таблицы являются симптомы. Число строк таблицы соответствует числу принятых во внимание в данной системе симптомов ( $S_1$  - первый симптом,  $S_2$  – второй симптом, .... и т.д.). Очевидно, что число симптомов в общем случае может быть не равно числу диагнозов:

	$D_1$	$D_2$	$D_3$	...
$S_1$				
$S_2$				
....				

В ячейках, образующихся при пересечении строк и столбцов, располагаются вероятности наблюдения симптомов при диагнозах. Например, мы, используя опыт приведенного выше примера, могли бы заполнить первую колонку таблицы следующим образом:

	Сахарный диабет	D2	D3	...
Повышение сахара в крови	1,0			
Ожирение	0,3			
Повышение АД	0,1			
Ретинопатии	0,25			

Следующие колонки нам помог бы заполнить опыт по какому-либо иному заболеванию, при этом, очевидно, появились бы и новые строки с новыми симптомами. При этом необходимо было бы определять с какой частотой наблюдаются при этом заболевании диабетические симптомы, уже рассмотренные нами, а также – как часто новые симптомы наблюдаются при диабете. Условные вероятности наличия симптомов  $S_i$  при заболевании  $D_j$ , обозначаются  $P(S_i/D_j)$  (читается: “Вероятность  $S_i$  при  $D_j$ ”).

Условная вероятность  $P(S_i/D_j)$  означает, что если у больного установлено заболевание с диагнозом  $D_j$ , симптомы  $S_i$ , относящиеся к данному заболеванию, имеют вероятность  $P(S_i/D_j)$ .

Пациент характеризуется совокупностью симптомов, которые обнаруживаются у него при обследовании. Например, если у больного наблюдается симптомы с номерами строк в таблице 2,7,9, то эта совокупность из трех симптомов ( $S_2, S_7, S_9$ ) называется симптомокомплексом данного больного, обозначаемым.  $S_{ci}$

**Алгоритм постановки диагноза методом вероятностной диагностики.**

**1) Выбрать вероятности симптомов пациента для предполагаемых заболеваний из исходной таблицы симптомов.** Если заболеваний три ( $D_1, D_2, D_3$ ), то должно появиться три группы чисел:

$$P(S_2/D_1) \ P(S_2/D_2) \ P(S_2/D_3)$$

$$P(S_7/D_1) \ P(S_7/D_2) \ P(S_7/D_3)$$

$$P(S_9/D_1) \ P(S_9/D_2) \ P(S_9/D_3)$$

Если симптомов много и много возможных диагнозов, что и бывает на практике, то один этот этап выборки осуществить без привлечения компьютера принципиально невозможно, что и сделало данный метод возможным лишь с использованием компьютерных технологий.

**2) Вычисление условной вероятности симптомокомплекса  $P(S_{ci}/D_j)$ .** Вычисляют по формуле, известной из теории вероятностей. Условная вероятность симптомокомплекса представляет собой произведение вероятностей симптомов данного симптомокомплекса при данном диагнозе. Например, для симптомокомплекса из  $n$  симптомов для некоторого диагноза  $J$ :

$$P(S_{ci}/D_j) = P(S_1/D_j) * P(S_2/D_j) * \dots * P(S_n/D_j)$$

Количество получаемых таким образом условных вероятностей равно количеству рассматриваемых в системе диагнозов (т.е. числу столбцов таблицы).

**3) Определение априорной вероятности заболевания.**

Априорной вероятностью некоторого диагноза ( $D_j$ ) называют эмпирическую частоту наблюдения данного заболевания в некоторых конкретных условиях. Априорная вероятность обозначается  $P(D_j)$ . Она характеризует распределение болезней в данной группе населения. Такой группой может быть контингент данной больницы, данного района, данного города. Априорной (доопытной) она называется потому, что уже известна до получения симптомокомплекса, т.е. к ней новый больной никакого отношения не имеет. Смысл введения в диагностику величины  $P(D_j)$  состоит в том, что она непостоянна и зависит от географических, сезонных, эпидемиологических и других факторов, которые должны быть учтены при постановке диагноза. Например, в какой-либо больнице наугад было выбрано 100 человек, 70 из них оказались больны гриппом. Значит, вероятность заболевания гриппом у всех пациентов в данной больнице будет равна  $70/100=0,7$ , когда эпидемия гриппа будет ликвидирована, естественно и  $P(D_j)$  для гриппа в этой больнице



будет другой. Величина априорной вероятности диагноза является одной из величин, которая в процессе работы диагностической системы требует мониторинга и текущей коррекции.

#### **4)Вычисление нормировочного коэффициента ( $P_{sc}$ ).**

Нормировочный коэффициент представляет собой полную вероятность наличия симптомокомплекса при всех заболеваниях. Эта величина несет математический смысл, представляя собой полную сумму попарных произведений условных вероятностей симптомокомплекса для данного диагноза на априорную вероятность этого диагноза:

$$P_{sc} = P(S_{ci}/D_1) * D_1 + P(S_{ci}/D_2) * D_2 \dots + \dots P(S_{ci}/D_n) * D_n$$

Полное количество слагаемых в данной сумме равно числу диагнозов, рассматриваемых в данной системе.

#### **5)Вычисление вероятностей диагнозов при данном симптомокомплексе ( $P(D_j/S_{ci})$ ).**

Данный этап является предпоследним в схеме функционирования системы и основан на использовании теоремы Байеса:

$$P(D_j/S_{ci}) = [ P(S_{ci}/D_j) \times P(D_j) ] / [ P(S_{ci}) ]$$

Количество вероятностей диагнозов равно числу диагнозов системы. Иными словами в результате данного этапа работы система вычисляет вероятность каждого из имеющихся диагнозов.

#### **6)Постановка диагноза.**

Этап является наиболее простым и основан на простом сравнении полученных на этапе (5) величин. Наибольшая величина и указывает на тот диагноз, который наиболее вероятен при данном симптомокомплексе. Теоретически возможны случаи, когда вероятность нескольких диагнозов равна. В этом случае необходимо говорить о том, что диагностическая таблица, используемая в системе недостаточно совершенна, чтобы “различить” эти диагнозы.