УДК 343.98

***С. Н. Нефедов***
кандидат технических наук, доцент
НПЦ Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь
г. Минск, Беларусь
E-mail: *nefedov@sudexpertiza.by*

# Модель доказывания Тулмина и количественные показатели достоверности вывода

*Общая схема доказывания по конкретному делу представляет собой достаточно сложную структуру. Эту структуру обычно разбивают на более простые элементы, для которых применяют модели формирования промежуточных выводов. Модель доказывания Тулмина применима для ситуаций, когда нет четких и достоверных данных. Однако в данной модели не используются количественные показатели достоверности, а также нет формальных правил построения вывода. В статье рассматриваются количественные модели формирования вывода на основе байесовского подхода и теории Демпстера-Шефера. Анализируется возможность использования данных методов в доказывании.*

*Ключевые слова: доказывание, достоверность, количественный показатель, модель, вывод, байесовский подход, теория Демпстера-Шефера.*

Принятие решения экспертом (формирование вывода на основе анализа комплекса признаков), либо следователем или судьей (на основе анализа совокупности доказательств) происходит во многом по аналогичным логическим правилам. Так, под оценкой доказательств понимается «логический процесс установления допустимости и относимости доказательств, наличия и характера связей между ними, определения значения и путей использования доказательств для установления истины по делу» [1, с. 180]. В процессе доказывания необходимо рассматривать большую совокупность различных фактов и других источников доказательств, между которыми существует сложная взаимосвязь, что делает этот процесс сложной мыслительной процедурой, включающей логические рассуждения и анализ аргументации различных сторон.

Большое удобство в оценке всей совокупности фактов, а также убедительность аргументации обеспечивают визуальное представление логики рассуждений. Использованию графических методов в доказывании посвящено сравнительно немного работ по теории доказательств и доказыванию. Наиболее известными являются графические методы доказывания, разработанные Дж. Вигмором и А. А. Эйсманом [2].

Общая схема доказывания представляет собой достаточно большую структуру, которую всегда можно разбить на более простые элементы.

А. А. Эйсман простейшую ячейку в системе доказательств назвал *элементарным актом доказывания*. В любом элементарном акте доказывания он выделял два суждения: одно служит доказательством, другое – доказываемым обстоятельством, или тезисом. Два единичных суждения можно соединить в акте доказывания, если между ними существует логическая связь. Поэтому акт доказывания содержит третье суждение – о характере связи (рисунок 1).

| | | |
|---|---|---|
| *доказательство* | *→ связывающее суждение →* | *тезис* |

а) структура

| | | |
|---|---|---|
| На месте происшествия обнаружен след гражданина Н | Если на месте происшествия остался след человека, то этот человек был на месте происшествия | Гражданин Н был на данном месте происшествия |

б) пример

**Рисунок 1 – Элементарный акт доказывания по Эйсману**

***Модель аргументации Тулмина***

Более развернутую логическую модель анализа аргументов и их визуального представления разработал Стивен Тулмин[1]. Основы разработанного им метода он изложил в книге «Использование аргументации» [3], которая впервые опубликована в 1958 г. Первоначально схема аргументации разрабатывалась для сферы права, в последующем она стала применяться более широко.

Модель аргументации Тулмина заключается в построении логической структуры аргументов, в том числе для ситуаций, когда нет четких правильных ответов. Этот метод включает шесть основных компонентов.

**Утверждение** / тезис / заключение *(Claim)* – некоторый тезис, который необходимо доказать.

**Факт** / доказательство / данные *(Data)* – используемые для обоснования утверждения.

**Обоснование** / цепь рассуждений *(Warrant)* – показывает логическую связь между фактом и утверждением.

Первые три компонента составляют основу модели, иногда модель обозначают *DWC* (от: *data, warrant, claim*). Модель *DWC* практически аналогична элементарному акту доказывания Эйсмана.

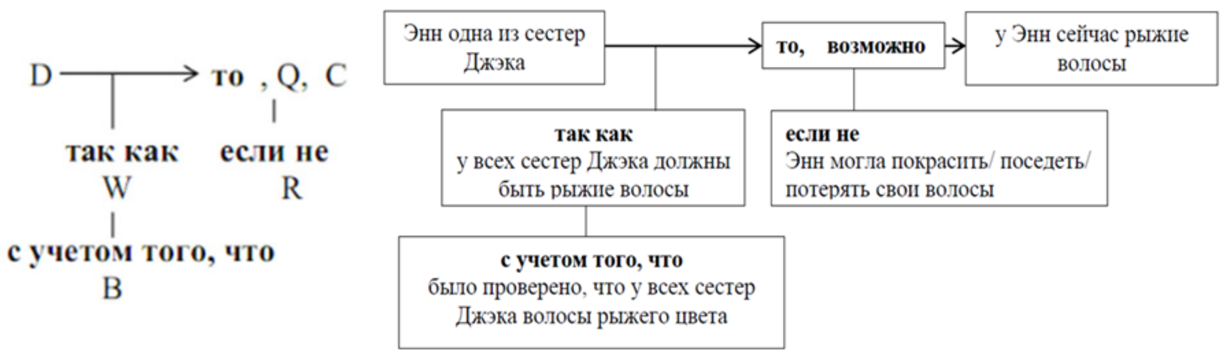
Вторая триада является дополнением первой тройки и позволяет учитывать несколько аргументов, в том числе противоречивых, и формировать выводы с различной степенью доверия.

**Поддержка** / подкрепление *(Backing)* – аргументы и соображения, подкрепляющие обоснование.

**Опровержение** / контраргумент *(Rebuttal/ Counterargument)* – указание потенциальных возражений. Контраргумент увеличивает потенциальные возражения против утверждения, а опровержение смягчает эти возражения.

**Квалификатор** / определитель *(Qualifier)* – определяет степень правдоподобия утверждения.

Считается, что такая модель (рисунок 2) более соответствует естественному процессу рассуждения и аргументации.




а) общая схема б) пример

**Рисунок 2 – Модель доказывания Тулмина**

[1] Стивен Тулмин (Stephen Toulmin; 1922–2009) – британский философ, автор научных трудов по проблемам практической аргументации, профессор.

Важным элементом модели Тулмина является квалификатор, он обычно ассоциируется с сомнениями по поводу обоснованности доказательств или наличием контраргументов и опровержений. Различная степень правдоподобия отражается в вербальной форме. В таблице приведены используемые Тулмином вербальные формулировки и их эквивалент на русском языке (приведено несколько вариантов), а на рисунке 3 – графическая интерпретация вербальной шкалы.

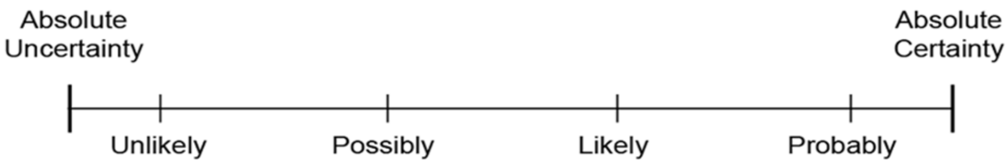



**Рисунок 3 – Вербальная шкала степени правдоподобия Тулмина**

Таблица – Вербальные формулировки степени правдоподобия

| Вербальная форма | Эквивалент на русском языке |
|---|---|
| absolute uncertainty | абсолютная неопределенность |
| unlikely | маловероятно, неправдоподобно |
| possibly | возможно; может быть |
| likely | подходящий; пригодный, перспективный |
| probably | вероятно, наверное |
| absolute certainty | абсолютная определенность |

***Формальная и свободная системы оценки доказательств***

Как справедливо отмечал Ю. К. Орлов, «возможны лишь две взаимоисключающие системы оценки доказательств – *формальная* и на основе *внутреннего убеждения* (свободная)» [4]. Тулмин не использует количественные показатели степени правдоподобия (которые используются в математическом понимании термина вероятность), а также не приводит формальных правил построения вывода, поэтому данная модель также реализует свободную оценку.

Для *реализации формального способа* формирования вывода необходимо решить следующие задачи.

1. Определить весомость отдельных факторов, которая отражает степень взаимной связи между факторами и выводом из них, т. е. необходимо определить количественный *параметр, характеризующий эту взаимосвязь*. Эта связь обычно является недетерминированной, либо неизвестен детерминированный закон.

2. Определить количественный параметр, характеризующий *достоверность проявления единичного фактора*.

3. Определить правила нахождения параметра, характеризующего *обоснованность вывода* (окончательного и промежуточных), т. е. показателя достоверности.

***Байесовский подход***

При байесовском подходе степень достоверности каждого из фактов, также как и вывода оценивается вероятностью, которая принимает значения от нуля до единицы [5].

Достоверность (вероятность) вывода определяют на основе правила Байеса для вычисления апостериорной условной вероятности $\boldsymbol{P(H|E)}$ события (гипотезы) $\boldsymbol{H}$ при условии, что произошло событие (факт) $\boldsymbol{E}$. Апостериорную вероятность $\boldsymbol{P(H|E)}$ можно вычислить с помощью формулы:

$$\boldsymbol{P(H \mid E) = \frac{P(H) \times P(E \mid H)}{P(E)}}, \qquad (1)$$

где $\boldsymbol{P(E)}$, $\boldsymbol{P(H)}$ – безусловные (априорные) вероятности свидетельства $\boldsymbol{E}$ и гипотезы $\boldsymbol{H}$; $\boldsymbol{P(E|H)}$ – условная вероятность события $\boldsymbol{E}$ при условии, что справедлива гипотеза $\boldsymbol{H}$.

В процессе формирования вывода обязательно рассматриваются две гипотезы (версии возможного результата); например, версии обвинения $\boldsymbol{H_p}$, с вероятностью – $\boldsymbol{P(H_p)}$ и версии защиты $\boldsymbol{H_d}$, с вероятностью – $\boldsymbol{P(H_d)}$. В качестве альтернативной версии часто принимается альтернативная гипотеза, которую обозначают $\neg \boldsymbol{H}$ («не $\boldsymbol{H}$»).

Решение принимается на основе сравнения вероятностей этих версий (гипотез), для этого анализируют отношение их вероятностей – $\boldsymbol{R = P(H_p) / P(H_d)}$. Обычно это отношение называют отношением шансов. Если возможны только две версии, то они образуют полную группу событий, поэтому $\boldsymbol{P(H_p) + P(H_d) = 1}$, следовательно: $\boldsymbol{P(H_d) = 1 - P(H_p)}$, и отношение шансов можно определить только по одной вероятности: $\boldsymbol{R = P(H_p) / (1 - P(H_p))}$.

Вывод определяется как условная вероятность анализируемого события $\boldsymbol{E}$ (след на месте преступления) при справедливости каждой гипотезы (след оставил подозреваемый, либо кто-то иной), т. е. $\boldsymbol{P(\mathrm{E}|H_p)}$ и $\boldsymbol{P(E|H_d)}$. Результат оценки доказательства (например, результат экспертизы) представляют как отношение этих условных вероятностей, это отношение называют отношением правдоподобия (*likelihood ratio*) и обозначают $\boldsymbol{LR}$.

Итоговое (с учетом нового доказательства, например, результатов экспертизы) отношение апостериорных вероятностей версий ($\boldsymbol{R_{\text{И}}}$) равно произведению отношения априорных вероятностей ($\boldsymbol{R_{\text{А}}}$) на отношение правдоподобия ($\boldsymbol{LR}$) – правило Байеса:

$$\boldsymbol{R_{\text{И}} = LR \times R_{\text{А}}}. \tag{2}$$

В отличие от вероятности, которая может принимать численные значения от нуля до единицы, отношения шансов – $\boldsymbol{R}$ и правдоподобия – $\boldsymbol{LR}$ могут принимать любые положительные значения. Если $\boldsymbol{R}$ или $\boldsymbol{LR}$ равно единице, то вероятности одинаковые (события равновероятны). Если $\boldsymbol{LR}$ больше единицы, то доказательство (результат экспертизы) подтверждает $\boldsymbol{H_p}$, если $\boldsymbol{LR}$ меньше единицы, то подтверждается альтернативная гипотеза – $\boldsymbol{H_d}$. Численное значение $\boldsymbol{LR}$ характеризует степень подтверждения той или иной гипотезы.

Если необходимо учитывать несколько доказательств, то данное правило применяют последовательно несколько раз. Однако эти доказательства должны быть независимыми.

В настоящее время байесовский подход все более широко применяется (в основном, в государствах с англо-саксонской правовой системой) при анализе доказательств, прежде всего, результатов экспертизы [5]. Однако при использовании методов теории вероятностей для представления данных, характеризующихся различной степенью достоверности, существует ряд трудностей. Это стимулировало возникновение новой теории.

***Теория свидетельств Демпстера-Шефера***

Основы новой теории были разработаны Демпстером [6], в дальнейшем она была развита Шеффером [7]. Новая теория получила название теории свидетельств Демпстера-Шефера (ТДШ) [8].

Основным понятием ТДШ является *фрейм различения* $\Theta$, определяемый как полное множество взаимоисключающих событий (подмножеств) $\boldsymbol{A_i}$, причем эти подмножества могут быть пересекающимися (т. е. содержать одинаковые элементы). Под событиями здесь понимаются различные выводы (тезисы), которые могут следовать из имеющейся совокупности фактов. Роль фрейма различения $\Theta$ в ТДШ такая же, как роль пространства событий в теории вероятностей.

Другое фундаментальное понятие ТДШ – понятие *базовой вероятности*, которая обозначается $\boldsymbol{m(A_i)}$, и характеризует степень доверия, первоначально приписываемую подмножеству $\boldsymbol{A_i}$.

Вероятность $P(A)$ в теории вероятностей и $m(A)$ в ТДШ отличаются тем, что в теории вероятностей $\boldsymbol{A}$ должно быть отдельным элементом, а в ТДШ $\boldsymbol{A}$ может содержать несколько элементов. Базовые вероятности должны удовлетворять двум основным свойствам:

1) базовая вероятность нулевого события равна 0;

2) сумма базовых вероятностей для всех подмножеств фрейма различения равна 1.

Так как $\boldsymbol{A}$ может являться не только конкретным элементом, но и множеством, то это позволяет задавать оценки базовых вероятностей для интервалов изменения случайных величин, не зная их законов распределения на этих интервалах. Другими словами, если для определения вероятности некоторой совокупности событий при использовании теории вероятностей необходимо знать вероятности всех элементарных исходов, то при использовании ТДШ это не обязательно. Однако платой за это является возможность получения только интервальных оценок, границами которых являются меры *доверия* и *правдоподобия*.

Мера доверия $\boldsymbol{A}$, обозначаемая $\boldsymbol{Bel(A)}$, отражает полное число доверий к $\boldsymbol{A}$. Математически это может быть выражено как:

$$\boldsymbol{Bel(A)} = \sum_{B \subset A} \boldsymbol{m(B)}. \tag{3}$$

Функция $\boldsymbol{Bel}$ называется функцией доверия (от англ. *believe* – доверять), она должна удовлетворять следующим условиям:

1) доверие к нулевой гипотезе равно 0, т. е. $\boldsymbol{Bel(\varnothing) = 0}$;

2) доверие ко всему фрейму различения равно 1, т. е. $\boldsymbol{Bel(\Theta) = 1}$;

3) сумма доверий $\boldsymbol{A}$ и $\boldsymbol{\neg A}$ не должна превышать 1, т. е. $\boldsymbol{Bel(A) + Bel(\neg A) \le 1}$.

Таким образом, функция доверия будет равна базовым вероятностям в случае множеств, состоящих из одного элемента (элементарного исхода), и будет больше или равна базовым вероятностям для множеств, содержащих более одного элемента.

Величина $\boldsymbol{[1 - Bel(\neg A)]}$ называется правдоподобием множества и обозначается $\boldsymbol{Pls(A)}$ (от англ. *plausibility* – правдоподобие), т. е.

$$\boldsymbol{Pls(A) = 1 - Bel(\neg A).} \tag{4}$$

Эта величина определяет максимальное значение степени возможной достоверности, которое может быть назначено $\boldsymbol{A}$. Величины $\boldsymbol{Bel(A)}$ и $\boldsymbol{Pls(A)}$ можно интерпретировать как нижнюю и верхнюю вероятности события $\boldsymbol{A}$, т. е. предполагается существование некоторой истинной вероятности $\boldsymbol{P(A)}$:

$$\boldsymbol{Bel(A) \le P(A) \le Pls(A).} \tag{5}$$

Следует отметить, что в ТДШ рассматриваются не все подмножества фрейма различения Θ, а только те, которые имеют ненулевые базовые вероятности. Каждое из этих подмно-

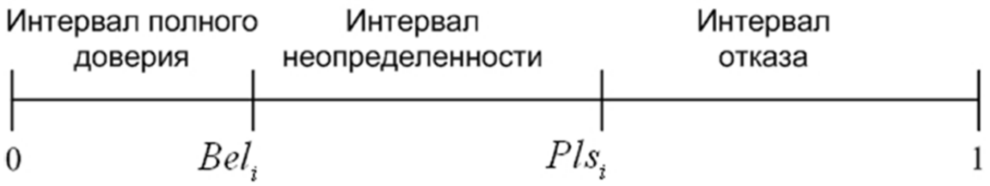



**Рисунок 4 – Интерпретация доверительного интервала для $\boldsymbol{P(A_i)}$**

жеств называется фокальным элементом. В результате применения ТДШ каждому подмножеству $\boldsymbol{A_i}$ ставится в соответствие доверительный интервал $\boldsymbol{[Bel(A_i), Pls(A_i)]}$ (рисунок 4).

Если необходимо объединить несколько выводов, то применяют *правило Демпстера*, которое позволяет вычислить новое значение функции доверия по двум значениям, базирующимся на разных наблюдениях. Пусть $\boldsymbol{Bel_1}$ и $\boldsymbol{Bel_2}$ два значения функции доверия, которым соответствуют два значения базовых вероятностей $\boldsymbol{m_1}$ и $\boldsymbol{m_2}$. Правило позволяет вычислить новое значение $\boldsymbol{m_1 \oplus m_2}$, а затем и новое значение функции доверия $\boldsymbol{Bel_1 \oplus Bel_2}$. Конкретные формулы для расчета достаточно громоздкие, приводить их не будем, их можно найти, например, в [8, с. 95].

Проиллюстрируем применение ТДШ на конкретном примере, основанном на общепринятых высказываниях. Предположим, что свидетель $\mathbf{C_1}$ утверждает, что он видел подозреваемого **П** на месте преступления. Будем обозначать это событие *«П был на месте преступления»*. Пусть вероятность того, что свидетелю $\mathbf{C_1}$ можно верить, составляет 0,9, а того, что верить нельзя – 0,1. Показание $\mathbf{C_1}$ истинно, если ему можно верить, но оно не обязательно ложно, если ему верить нельзя (в соответствии с одним из основных положений теории, разделяющих неуверенность и незнание). Таким образом, утверждение $\mathbf{C_1}$ о том, что **П** *был на месте преступления* обосновывается с достоверностью 0,9, а то, что он не был – с достоверностью 0 (так как нет свидетельств в пользу этой гипотезы). Будем обозначать это событие *«П не было на месте преступления»*, хотя при использовании формальных правил следовало записать – *«¬**П** был на месте преступления»*.

Мера правдоподобия будет равна:

$$\mathbf{Pls}(\textit{П был на месте преступления}) =$$
$$= \mathbf{1} - \mathbf{Bel}(\textit{П не было на месте преступления}) = 1 - 0{,}0 = 1.$$

Таким образом, интервал доверия к показаниям свидетеля $\mathbf{C_1}$ – [0,9; 1].

Теперь, предположим, что другой свидетель – $\mathbf{C_2}$ также говорит, что он видел **П** на месте преступления. Пусть вероятность того, что $\mathbf{C_2}$ можно верить меньше, чем $\mathbf{C_1}$ (например, у $\mathbf{C_2}$ плохое зрение) – составляет 0,8, а что верить нельзя – 0,2. И пусть, также, показания $\mathbf{C_1}$ и $\mathbf{C_2}$ – независимы друг от друга. Тогда можно вычислить вероятность правдивости обоих утверждений как произведение их вероятностей – (0,8 × 0,9) = 0,72. Вероятность сомнительности обоих утверждений – (0,2 × 0,1) = 0,02. А вероятность того, что верить можно, по крайней мере, одному из них (мера правдоподобия) – (1 – 0,02) = 0,98. Следовательно, на основании показаний двух свидетелей о том, что **П** *был на месте преступления*, можно вычислить границы интервала доверия для этого вывода – [0,98; 1].

Теперь, рассмотрим, что будет, если свидетели $\mathbf{C_1}$ и $\mathbf{C_2}$ говорят противоположные вещи: $\mathbf{C_1}$ утверждает – **П** был на месте преступления, а $\mathbf{C_2}$ говорит, что нет. В этой ситуации они оба не могут говорить правду и, следовательно, не могут вызывать доверие. Априорная вероятность того, что можно верить только $\mathbf{C_1}$, а $\mathbf{C_2}$ нет – (0,9 × 0,2) = 0,18. А того, что верить можно только $\mathbf{C_2}$, а $\mathbf{C_1}$ нет – (0,8 × 0,1) = 0,08. Наконец, вероятность того, что верить нельзя никому – (0,2 × 0,1) = 0,02. Имея вероятность того, что по крайней мере одному из свидетелей верить нельзя – (0,18 + 0,08 + 0,02) = 0,28, можно вычислить апостериорную вероятность того, что верить можно лишь $\mathbf{C_1}$ и **П** *был на месте преступления* – 0,18 / 0,28 = 0,643; или апостериорную вероятность того, что прав $\mathbf{C_2}$ и **П** *не был на месте преступления* – 0,08 / 0,28 = 0,286. Правдоподобие составляет:

$$\mathbf{Pls}(\textit{П был на месте преступления}) =$$
$$= \mathbf{1} - \mathbf{Bel}(\textit{П не было на месте преступления}) = 1 - 0{,}286 = 0{,}714.$$

Таким образом, интервал доверия к утверждению: *П был на месте преступления*, имеет вид [0,643; 0,714].

Если показания свидетелей изменить на противоположные: $\mathbf{C_2}$ утверждает – *П был на месте преступления*; а $\mathbf{C_1}$ утверждает – *П не было на месте преступления*. Тогда, интервал доверия к утверждению: *П был на месте преступления*, будет иметь вид [0,286; 0,357].

Данный пример иллюстрирует применение ТДШ при формировании вывода для простейшей ячейки в системе доказательств. При анализе всей совокупности доказательств целесообразно применять один из графических методов доказывания [2], и последовательно применять аналогичные правила формирования вывода.

***Заключение***

Следует заметить, что количественные показатели степени достоверности данных, применяемые в ТДШ, не имеют строгого теоретического обоснования, однако они хорошо согласуются с экспертными оценками, кроме того, для такого подхода проще получить исходные данные. Хотя в большинстве случаев формирование базовых вероятностей основывается на субъективном мнении человека (эксперта, следователя и др.), применение ТДШ позволяет построить систему доказывания и аргументации, которая будет одинаково пониматься всеми участниками процесса, также как в байесовском подходе [5].

Байесовский подход основан на математически строгой теории вероятностей. Однако он требует точных исходных данных, которых в большинстве случаев получить невозможно, поэтому приходится использовать приближенные данные. Следовательно, достоверность расчета окончательных показателей будет определяться не математической строгостью используемых правил, а точностью исходных числовых данных.

**Список использованных источников**

1. Белкин, Р. С. Криминалистическая энциклопедия / Р. С. Белкин. – М. : Мегатрон XXI, 2000. – 334 с.
2. Нефедов, С. Н. Графические методы в доказывании : сопоставление методов Вигмора и Эйсмана / С. Н. Нефедов // Вопросы криминологии, криминалистики и судебной экспертизы : сб. науч. тр. / НПЦ Гос. ком. судеб. экспертиз Респ. Беларусь; редкол. : А. В. Дулов (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Право и экономика, 2015. – Вып. 2/38. – С. 47–57.
3. Toulmin, S. E. The Uses of Argument / S. E. Toulmin // Updated Edition, Cambridge University Press, Cambridge, 2003. – 247 с.
4. Орлов, Ю. К. Проблемы теории доказательств в уголовном процессе / Ю. К. Орлов. – М. : Юристъ, 2009. – 75 с.
5. Нефедов, С. Н. Байесовский подход к оценке доказательств и стандартизация вербальных формулировок выводов эксперта / С. Н. Нефедов // Проблемы укрепления законности и правопорядка : наука, практика, тенденции : сб. науч. тр.; НПЦ проблем укрепления законности и правопорядка Генеральной прокуратуры Респ. Беларусь : сб. науч. тр. – Минск : РИПО, 2015. – Вып 8. – С. 187–195.
6. Dempster, A. P. A generalization of Bayesian inference / A. P. Dempster // J. of the Royal Statistical Society. 1968. V. 30. Series B. – P. 1–38.
7. Shafer, G. A Mathematical Theory of Evidence / G. Shafer. – Princeton, NJ : Princeton University Press, 1976.
8. Муромцев, Д. И. Введение в технологию экспертных систем / Д. И. Муромцев. – СПб : СПб ГУ ИТМО, 2005. – 108 с.

Дата поступления: 11.05.2017

***S. N. Nefedov***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
SPC of the State Forensic Examination Committee of the Republic of Belarus
Minsk, Belarus

## Toulmin's Model of Argumentation and Quantitative Indicators of the Validity of Conclusion

*The total framework of proving in the specific case is quite a complicated structure. These structures are usually split into simpler elements, for which the models of the formation of intermediate conclusions are applied. Toulmin's model of argumentation is applicable for the situations, when precise and credible data are absent. But quantitative indicators of validity are not used in this model, and it lacks formal rules of conclusion-drawing as well. The article discusses quantitative models of conclusion-drawing based on Bayesian approach and Dempster-Shafer theory. Possibility of application of these methods in proving is analyzed.*

*Keywords: proving, validity, quantitative indicator, model, conclusion, Bayesian approach, Dempster-Shafer theory.*