

Формально-логическое представление вопросно-ответных структур научного знания

Любой вопрос является «носителем», по меньшей мере, трех своих объективно необходимых признаков: гносеологического, лингвистического и логического. В *гносеологическом* смысле вопрос является средством получения нового знания и поиска истины. В *лингвистическом* смысле вопросом можно назвать способ ограничения информации просьбы-требования: указать направление поиска дополнительной информации, которая в совокупности с уже имеющейся в этом требовании информацией или без нее будет считаться ответом (правильным или неправильным) на него. В *логическом* же смысле вопрос – это, прежде всего, форма мышления, используемая для выражения факта недостаточности знания об объекте для достижения поставленной цели.

Вопрос можно образовать из любого законченного утверждения заменой в его составе некоторой группы слов на переменную и вынесением «запрашиваемой части» в область действия вопросного оператора. Вопрос как средство научного познания всегда представляет собой единство двух видов информации: во-первых, информации *заранее известной* и, во-вторых, *запрашиваемой* на ее основе информации и, как правило, *заранее не известной*. Информация, из которой составлена просьба-требование вопроса, является *заранее известной* тому, кто задает вопрос и, в большинстве случаев, тому, кто отвечает на него. Эту информацию будем называть *темой* вопроса. Запрашиваемую же в указанном требовании или просьбе вопроса информацию, которая должна прозвучать в ответе будем называть *ремой* вопроса.¹ Рема вопроса может быть различной по своему элементному

¹ Матезиус В. О так называемом актуальном членении предложения. // Пражский лингвистический кружок. – М., 1967.

составу, т.е. касаться информации только одного или сразу нескольких объектов.

Именно содержанием своей ремы вопросы отличаются друг от друга. Содержание же темы у нескольких вопросов может совпадать. Явное языковое выражение ремы в вопросе является главным отличительным признаком *научных вопросов*. По существу именно ремой вопроса задается область или направление поиска правильного ответа.

Далее речь пойдет об использовании только научных вопросов и ответов, которые формируются на базе основных структур научного знания, определяющих реализацию его основных познавательных функций: *описания, объяснения и прогноза*.

Описательная функция или просто *описание* как итог ее реализации в научном познании предполагает отображение с помощью фиксированных языковых средств отдельных фактов, событий или связей между объектами. Реализация описательной функции в познавательных актах предполагает умение сравнивать объекты, находить в них сходство и различие, умение разделять их по группам, обобщать, ограничивать, определять, классифицировать и т.п.

Если a, b, c, \dots - отдельные термины, а R – отношение, связывающее термины между собой в законченное по смыслу высказывание, то структура *описательной* информации на уровне отдельного высказывания будет иметь следующий вид:

$$a_1, \dots, a_m R b_1, \dots, b_n.$$

Ремой описательного научного вопроса могут выступать отдельные термины: a_1, \dots, a_m и b_1, \dots, b_n , а также их совокупности или отношение R . В последнем случае вопрос будет идти об истинности и/или ложности целого высказывания описательной структуры.

Темой описательного научного вопроса будут выступать остающиеся (не рассматриваемые в данный момент в качестве ремы вопроса) элементы структуры описательной информации.

Объяснительная функция или просто *объяснение* как итог ее реализации в научном познании связано с процедурами обоснования, доказательства, опровержения. Реализация объяснительной функции в познавательных актах сводится к выявлению причин, условий, допущений, предпосылок, которые обуславливают ранее известные и уже описанные теоретические или эмпирические факты.

Если $A_1 \dots A_n$ – отдельные высказывания, рассматриваемые в качестве причин, предпосылок, допущений, гипотез и т.п., а B – высказывание, рассматриваемое в качестве заранее известного факта или события, которое требует объяснения, и \rightarrow - отношение условной зависимости B от высказываний $A_1 \dots A_n$, то структура *объяснительной* информации на уровне отдельного рассуждения будет иметь следующий вид:

$$A_1 \dots A_n \rightarrow B.$$

Ремой объяснительного научного вопроса могут выступать отдельные или все элементы $A_1 \dots A_n$, трактуемые как причины, допущения, предпосылки, гипотезы и т.п., либо отношение условной зависимости \rightarrow . В последнем случае вопрос будет идти об истинности и/или ложности самой условной зависимости B от $A_1 \dots A_n$.

Темой объяснительного научного вопроса будут выступать два остающихся (не рассматриваемые в данный момент в качестве ремы вопроса) элемента структуры объяснительной информации.

Прогностическая функция или просто *прогноз* как итог реализации этой функции в реальной познавательной практике связана с получением нового знания, с процедурами выдвижения предположений о будущих

событиях на базе заранее известного (в большинстве случаев) истинного знания. Для выражения *прогностической* информации рассуждений используется та же самая структура, но с изменением трактовки смысла высказывания В. Здесь оно трактуется как следствие, заключение, прогноз, получаемый из предпосылок, допущений, гипотез $A_1 \dots A_n$. Поэтому указанная структура носит также свое обобщенное название как *объяснительно-прогностическая*.

Ремой прогностического научного вопроса может выступать либо элемент этой структуры – В, трактуемый как заключение, следствие, прогноз, либо само отношение условной зависимости \rightarrow . В последнем случае вопрос будет звучать как вопрос об истинности и/или ложности условной зависимости В от $A_1 \dots A_n$ или следования В из них.

Темой прогностического научного вопроса будут выступать два остающихся, не рассматриваемые в качестве ремы вопроса члена объяснительно-прогностической структуры.

Поскольку ответы на научные вопросы представляют собой всякий раз один из видов научного знания: *описание, объяснение, прогноз* (иначе: описательные ответы, объяснительные ответы и прогностические ответы), то в соответствии с ними можно разделить все научные вопросы на три типовые группы:

- *научные вопросы описательного типа;*
- *научные вопросы объяснительного типа;*
- *научные вопросы прогностического типа.*

В *информационно-лингвистическом* отношении² выражения содержания любого вопроса каждый тип научных вопросов может быть

² Информационно-лингвистический аспект рассмотрения научных вопросов в данной статье не будет рассматриваться при формализации вопросов и ответов специально и в полной мере.

дихотомически корректно разделен на две группы. К первой группе будут относиться вопросы, не имеющие ограничений, накладываемых самой языковой формой представления содержания вопроса на информационную область или направление поиска правильного ответа, а ко второй группе будут относиться вопросы, имеющие подобные ограничения. Назовем, согласно традиции, первые вопросы *открытыми*, а вторые *ограниченными*. В свою очередь ограниченные вопросы могут быть дихотомически корректно разделены на два вида: *выборочно-альтернативные* и просто *альтернативные*. Выборочно-альтернативная языковая форма представления содержания вопроса ограничивает область поиска правильного ответа формулировкой возможных вариантов (как правильных, так и неправильных) ответов и предложением сделать самостоятельный выбор правильного из списка предлагаемых альтернатив. Собственно альтернативная языковая форма представления содержания вопроса ограничивает область поиска правильного ответа формулировкой лишь одного варианта ответа (правильного или неправильного) и предложением согласиться или не согласиться с ним в форме «однозначного ответа» типа «Да» или «Нет». Подобные вопросы традиционно называют «ли-вопросами». В итоге получается *минимальная* классификация научных вопросов с k -элементной ремой каждого вопроса (при $k \geq 1$), состоящая из 9-ти их типов:

- *открытые научные вопросы описательного типа;*
- *выборочно-альтернативные научные вопросы описательного типа;*
- *альтернативные научные вопросы описательного типа;*
- *открытые научные вопросы объяснительного типа;*
- *выборочно-альтернативные научные вопросы объяснительного типа;*

- *альтернативные научные вопросы объяснительного типа;*
- *открытые научные вопросы прогностического типа;*
- *выборочно-альтернативные научные вопросы прогностического типа;*
- *альтернативные научные вопросы прогностического типа.*

Выявление и использование в структуре вопроса таких элементов как *тема* и *рема* позволяет впервые в истории развития самой эротетической логики:

- раскрыть собственно логические особенности содержательно-смысловой связи вопроса и ответа;
- дать эффективное обобщенное определение ответа на научный вопрос;
- дать эффективное обобщенное определение правильного и неправильного ответа;

На любой осмысленный и даже на бессмысленный вопрос может быть дан релевантный, т.е. связанный с ним по смыслу ответ. Отсутствие ответа на поставленный вопрос свидетельствует скорее о субъективном нежелании отвечать на него, чем о невозможности ответа вообще. Другое дело, что не всегда найдутся эффективные средства, позволяющие однозначно оценить полученный ответ как правильный или неправильный. Чтобы избежать подобных ситуаций в эротетической логике принято учитывать, что любой вопрос никогда не возникает на пустом месте. Его предпосылочной основой – *пресуппозицией* - выступает или отдельное предложение или последовательность связанных по смыслу предложений. Учет пресуппозиции позволяет избежать употребления так называемых логически некорректных или бессмысленных вопросов. Вопрос считается логически **корректным** в том случае, если на него в принципе существует хотя бы один правильный ответ, а логически **некорректным** в противном случае.

Некорректность или бессмысленность вопроса является следствием наличия в его пресуппозиции хотя бы одной ложной предпосылки.

В работах по проблемам логики вопросов и ответов (эротетической логики) постоянно указывается на необходимость содержательно-смысловой взаимозависимости вопроса и ответа. Правильно отмечается, что в большинстве случаев на практике вопрос содержит частично информацию ответа или существенным образом определяет ее нахождение. Поэтому нередко говорят, что «хорошо поставленный вопрос – это уже половина ответа». Но при этом не раскрывается собственно *логический* механизм, обуславливающий необходимость этой взаимосвязи. На наш взгляд, в чисто логическом плане вопрос всегда оказывается «носителем» логического рода, конкретный логический вид которого представлен в ответе. Именно *логически необходимая родовидовая* связь ремы вопроса и ответа, например, описательного типа, выступает собственно логической предпосылкой и гарантией содержательно-смысловой связи самого вопроса с ответом. Любой логический вид связан по содержанию со своим логическим родом, т.к. по логическому «объему» находится в отношении подчинения к нему и наоборот, любой логический род связан по содержанию со своим логическим видом, т.к. по логическому «объему» подчиняет его. Но для того, чтобы эта родовидовая и содержательно-смысловая связь вопроса и ответа могла быть обнаружена, сама рема вопроса должна быть выражена в нем явным образом. Выполнение этого условия как раз и предусматривается в *научных* вопросах.

В зависимости от логической значимости языкового выражения, которое образуется в результате присоединения конкретного *вида* информации *ремы* вопроса, присутствующей в ответе, к теме вопроса сам этот вариант видовой информации ответа можно трактовать как *позитивный* или как *негативный*. Если при соединении (конкатенации) *вида* информации *ремы* с темой вопроса образуется истинное выражение, то появляющийся в ответе *вид* информации *ремы* будем считать ***позитивным*** (или позитивной

ремой), а если в результате этого соединения образуется ложное выражение, то *негативным* (или негативной ремой). Предлагаемое разделение видов информации ремы вопроса позволяет дать обобщенное и эффективное определение ответа вообще, а также правильного и неправильного ответа.

Ответом на научный вопрос следует считать релевантную вопросу информацию, содержащую конкретный *вид* родовой ремы самого вопроса, т.е. позитивную или негативную рему³. В таком случае *правильным ответом* на научный вопрос является языковое выражение, которое удовлетворяет одновременно двум условиям: 1) содержит позитивную рему и 2) не содержит негативную рему. Если не выполнено хотя бы одно из указанных условий, то ответ, несмотря на его релевантность вопросу, считается *неправильным*. Таким образом, условия 1) и 2) оказываются *необходимыми* и *достаточными* критериями для однозначного установления правильности или неправильности любого ответа на конкретный научный вопрос. Использование при анализе структуры вопроса и ответа *темы* и *ремы* позволяет впервые дать полную классификацию ответов на научные вопросы.⁴

Если ответ квалифицируется как правильный, то в нем, по определению, при отсутствии негативной ремы, как минимум, должна присутствовать запрашиваемая в вопросе информация: позитивный вид информации родовой ремы вопроса – позитивная рема. В содержательно-информационном плане все *правильные* ответы по отсутствию или по наличию в нем помимо позитивной ремы еще также и темы вопроса можно разделить на: *оптимально правильные*, состоящие только из позитивной ремы, и *полные правильные*, которые включают в себя еще и тему вопроса. В свою очередь оптимально правильные и полные правильные ответы могут содержать еще и не затребованную вопросом избыточную информацию,

³ Число всех возможных ответов на научный вопрос оказывается равным 16-ти.

⁴ Федоров Б.И. Проблема классификации вопросов в эротетической логике // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 6, выпуск 1, 2008, с.95-108.

которая практически не влияет на саму их правильность или неправильность. Поэтому окончательную классификацию правильных ответов можно представить так:

-оптимально правильные ответы;

-избыточные оптимально правильные ответы;

-полные правильные ответы;

-избыточно полные правильные ответы.

В классификации правильных ответов в дальнейшем обнаруживается ключ к составлению полной классификации научных вопросов, состоящей из упомянутых 9-ти их типов.⁵

Формально-логическое представление вопросно-ответных структур научного знания мы начнем с научных вопросов и ответов *описательного типа* – формальная система Э1. Для формально-логического выражения вопросов описательного типа нет необходимости моделировать бесконечный список самих вопросных слов и их аналогов, которые могут встречаться в вопросительных предложениях. Для этого достаточно лишь представить описательный вопрос в виде простого распространенного предложения, отдельные члены которого могут рассматриваться в качестве переменных. Иначе говоря, необходимо иметь возможность «размыкать» замкнутую элементарную формулу как формальный аналог описательного ответа.

⁵ См: Федоров Б.И. Проблема классификации вопросов в эротетической логике // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 6, выпуск 1, 2008, с.95-108.

Прикладной первопорядковый язык Э1

Алфавит

$a, b, c, a_1, b_1, c_1, a_2, \dots$ – (индивидуальные) предметные постоянные;

$f^n, g^n, h^n, f^n_1, g^n_1, h^n_1, \dots$ – n -местные предметно-функциональные константы;

$P^n, Q^n, R^n, P^n_1, Q^n_1, R^n_1, \dots$ – n -местные предикаторные константы;

\neg – символ логического отрицания «не верно, что...»;

$\zeta \dots ?$ – вопросный оператор;

$=$ – знак равенства;

И, Л – знаки логических значений: “истинно”, “ложно”;

(,) – вспомогательные символы.

Прикладной первопорядковый бескванторный язык Э1 предназначен не для выражения логических форм термов и высказываний, а для записи конкретных термов и конкретных высказываний, поэтому он содержит символы констант, а не переменных. Кванторы рассматриваются здесь как вид предметно-функциональных констант.

Определение терма.

1. Произвольная (индивидуальная) предметная постоянная есть терм.
2. Если f^m m -местная предметно-функциональная константа, а t_1, t_2, \dots, t_m – термы, то выражение: $f^m(t_1, t_2, \dots, t_m)$ – есть терм.
3. Никаких иных термов в языке Э1 нет.

Терм считается *замкнутым*, если он не содержит в своем составе вопросного оператора. В противном случае терм считается *незамкнутым*, т.е. является переменной.

Определение элементарной формулы.

1. Если P^m m -местная предикаторная константа, а t_1, t_2, \dots, t_m -термы, то выражение: $P^m(t_1, t_2, \dots, t_m)$ - элементарная формула.

2. Если t_i, t_j (где $i \neq j$) - термы, то выражение: $t_i = t_j$ - элементарная формула.

3. Никаких иных элементарных формул в Э1 нет.

Элементарная формула является формально-структурным аналогом содержательного описательного ответа и считается *замкнутой*, если она не содержит вопросного оператора. В противном случае формула считается *незамкнутой*, т.е. содержащей переменную.

Определение вопроса описательного типа

1. Элементарная формула, которая содержит дескриптивный термин⁶, входящий в область действия вопросного оператора, является вопросом описательного типа.

2. Элементарная формула, которая целиком входит в область действия вопросного оператора, является «ли-вопросом» описательного типа.

3. Никаких других вопросов описательного типа в Э1 нет.

Определение ремы и темы вопроса описательного типа

1. Любой дескриптивный термин элементарной формулы или сама элементарная формула, входящие в область действия вопросного оператора $\zeta \dots ?$ является *ремой* вопроса описательного типа.

⁶ В качестве дескриптивных терминов в Э1 могут выступать: предметные постоянные, n -местные предметно-функциональные константы и n -местные предикаторные константы.

2. Совокупность дескриптивных терминов элементарной формулы или сама элементарная формула, не входящие в область действия вопросного оператора $\zeta \dots ?$ является *темой* вопроса описательного типа.

Таким образом, выражения: $\zeta P^m? (t_1, t_2, \dots, t_m)$ или $P^m \zeta f^m (a_1, a_2, \dots, a_m)?$ или $P^m \zeta f^m? (a_1, a_2, \dots, a_m)$ или $P^m (f^m (a_1, \dots, a_{i-1}, \zeta a_i?, a_{i+1}, \dots, a_m))$ или $\zeta (P^m (t_1, t_2, \dots, t_m))?$, при $i=1, 2, \dots, m$ – являются видами соответствующих вопросов описательного типа.

Проиллюстрируем формирование *вопросов описательного типа* на примере высказывания: «Великий русский поэт А.С. Пушкин родился 6 июня 1799 года в Москве», которое в Э1 может быть записано в виде элементарной формулы: $P^3 (f(a) b c)$, где a – терм: «А.С. Пушкин», b – терм: «6 июня 1799 года», c – терм: «Москва», f – одноместная предметно-функциональная константа: «великий русский поэт», P^3 – трехместная предикаторная константа: «...родился...в...», $f(a)$ – терм: «великий русский поэт А.С. Пушкин». Относительно формального представления указанного высказывания могут быть образованы следующие шесть научных вопросов описательного типа:

- вопрос $\zeta P^3? (f(a) b c)$ – предполагает выяснить событие, происшедшее с великим русским поэтом А.С. Пушкиным 6 июня 1799 года в Москве;

- вопрос $P^3 (\zeta f? (a) b c)$ – предполагает выяснить степень значимости А.С. Пушкина, родившегося 6 июня 1799 года в Москве, для русской поэзии;

- вопрос $P^3 (f (\zeta a?) b c)$ – предполагает выяснить фамилию великого русского поэта, родившегося 6 июня 1799 года в Москве;

- вопрос $P^3 (f (a) \zeta b? c)$ – предполагает выяснить дату рождения великого русского поэта А.С. Пушкина в Москве;

- вопрос $P^3 (f(a) b c?)$ – предполагает выяснить название города, в котором 6 июня 1799 года родился великий русский поэт А.С. Пушкин;

- вопрос $\dot{P}^3 (f(a) b c?)$ – предполагает выяснить истинность или ложность высказывания: «Великий русский поэт А.С. Пушкин родился 6 июня 1799 года в Москве».

Определение понятия подстановки.

1. Если $\dot{A}?$ – вопрос описательного типа и дескриптивный термин s – его рема, а w_1, w_2, \dots, w_n – конкретные значения (виды) ремы, то выражение $\dot{A}^s_{w_1, w_2, \dots, w_n}$ называется *подстановкой* значений w_1, w_2, \dots, w_n вместо ремы s вопроса $\dot{A}?$, в результате которой вопрос описательного типа превращается в замкнутую элементарную формулу - истинное или ложное высказывание.

2. Если $\dot{A}?$ - «ли-вопрос» вида: $\dot{P}^m (t_1, t_2, \dots, t_m) ?$, то подстановка одного из логических значений: И или Л вместо элементарной формулы $P^m (t_1, t_2, \dots, t_m)$, превращает «ли-вопрос» описательного типа в замкнутую элементарную формулу.

Определение ответа на вопрос описательного типа

1.Замкнутая элементарная формула \dot{A} является ответом на научный вопрос описательного типа.

2.Никаких иных ответов на научные вопросы описательного типа в \dot{A} нет.

Определение правильного ответа на вопрос описательного типа

1. Если в результате подстановки конкретных значений w_1, w_2, \dots, w_n вместо ремы s вопроса описательного типа $\dot{A}?$ элементарная формула $P^m(t_1, t_2, \dots, t_m)$ превращается в *истинное высказывание*, то как конкретное значение w_1, w_2, \dots, w_n , так и образуемое истинное высказывание следует считать *правильным* ответом на научный вопрос описательного типа.

2. Если $\zeta A?$ - «ли-вопрос» вида: $\zeta(P^m(t_1, t_2, \dots, t_m))?$, то результат замены элементарной формулы $P^m(t_1, t_2, \dots, t_m)$ на логическое значение «И» является правильным ответом на «ли-вопрос» описательного типа.

3. Никаких иных правильных ответов на научные вопросы описательного типа в Э1 нет.

Семантика для Э1

Оговорим специально технологию использования вопросного оператора в формальной системе Э1. Вопросный оператор $\zeta \dots ?$ используется для отображения границ запрашиваемой информации - *ремы* вопроса. Дескриптивный термин или вся элементарная формула, помещенные в границы или область действия вопросного оператора, становятся ремой вопроса описательного типа – родовым термином, обозначающим имя совокупности, класса, множества эмпирических или абстрактных объектов. А позитивным или негативным видом ремы в ответе будет выступать конкретное значение соответствующего дескриптивного термина. Если в границах вопросного оператора находится целая элементарная формула, то ремой вопроса становится имя логического значения этой формулы. В языке эротетической логики Э1 значение дескриптивных терминов и формул задается традиционным для первопорядковой логики предикатов теоретико-множественным способом через интерпретацию I на область X . Она сопоставляет индивидуальной константе - отдельный объект из X , предикатной константе - отдельное свойство или отношение, функциональной константе – рекурсивную функцию, а формуле – истинностное значение (И, Л). Выделяя дескриптивный термин в качестве запрашиваемой информации, вопросный оператор $\zeta \dots ?$ по существу «размыкает» замкнутую элементарную формулу (высказывание), превращая её в аналог высказывательной формы.

Пусть $\{M\}$ - множество научных вопросов описательного типа, а $\{N\}$ - множество научных ответов описательного типа в Э1. Введем две функции

g^+ и g^- такие, что для каждого возможного вопроса описательного типа $iA?$ из M ($iA? \in M$) $g^+(iA?)$ и $g^-(iA?)$ соответственно есть множество правильных и множество неправильных ответов на вопрос описательного типа в Э1. Иначе говоря, g^R (где $R=+,-$) суть отображения M в множество всех подмножеств N , то есть $g^+: M \Rightarrow 2^N$ и $g^-: M \Rightarrow 2^N$ (где \Rightarrow - символ отображения). Следовательно, $g^+(iA?)$ являются подмножествами N , иначе говоря $g^R(iA? \subseteq N)$.

Очевидно, что $g^R(iA?)$ может быть как пустым, так и непустым множеством. Если $g^R(iA?) = \emptyset$, то $(iA?)$ вообще не имеет ответа, что рассматривается как свидетельство отсутствия вопроса описательного типа в Э1. Если $g^+(iA?) = \emptyset$, то $(iA?)$ не имеет правильных, а если $g^-(iA?) = \emptyset$ неправильных ответов. И, естественно считать, что если $g^R(iA?) \neq \emptyset$, то $(iA?)$ имеет как правильные, так и неправильные ответы.

Семантика Э1 позволяет попутно уточнить смысл логической корректности самих научных вопросов описательного типа. Научный вопрос описательного типа будет считаться логически *корректным* лишь в том случае, если $g^+(iA?) \neq \emptyset$ и логически *некорректным*, если $g^+(iA?) = \emptyset$.

Перейдем теперь к формально-логическому представлению научных вопросов и ответов *объяснительного* типа – формальная система Э2. Для того, чтобы прояснить, что должна представлять собой *рема* вопроса объяснительного и прогностического типа, воспользуемся некоторыми положениями семантики возможных миров.

Пусть M – множество возможных миров, на котором некоторое высказывание A принимает различные логические значения (выполняется или не выполняется). Тогда *ремой* *научного вопроса объяснительного типа* является такая запрашиваемая в нем информация о логическом значении каждого высказывания A_1, \dots, A_n (при $n \geq 1$), входящего в объяснительно-

прогностическую структуру научного знания $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$ (где A_1, \dots, A_n – объясняющая, B – прогнозируемая составляющая структуры, а \rightarrow – отношение условной зависимости прогноза или заключения B от допущений или гипотез A_1, \dots, A_n), которое они принимают на множестве возможных миров M .

Подмножество множества M , на котором A_i ($i = 1, 2, \dots, n$) принимает логическое значение «истина» (выполняется) обозначим M_A . Тогда *позитивная рема научного вопроса объяснительного типа* это множество миров M_{A_i} , на котором каждое из допущений A_1, \dots, A_n принимает логическое значение «истина» (выполняется). В таком случае *негативная рема научного вопроса объяснительного типа* это множество возможных миров $\text{не-}M_{A_i}$, на котором каждое из допущений A_1, \dots, A_n принимает логическое значение «ложь» (не выполняется).

Ответом на научный вопрос объяснительного типа очевидным образом будет совокупность логических значений, которые принимают допущения A_1, \dots, A_n в составе объяснительно-прогностической структуры $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$ научного знания на множестве возможных миров M . *Правильным ответом на научный вопрос объяснительного типа* столь же очевидным образом будет считаться такой ответ, который удовлетворяет одновременно двум условиям: 1) он содержит позитивную рему научного вопроса объяснительного типа и 2) он не содержит негативной ремы научного вопроса объяснительного типа. Если нарушено хотя бы одно из указанных условий, ответ на научный вопрос объяснительного типа считается *неправильным*. Легко заметить, что определение ответа вообще, а также определения правильного и неправильного ответа на объяснительный научный вопрос продолжают сохранять введенные ранее для научных вопросов описательного типа необходимые и достаточные условия своей корректности.

Для построения формальной системы Э2 следует расширить язык Э1 за счет добавления пропозициональных переменных и логических союзов:

$p, q, r, p_1, q_1, r_1, p_2, \dots$ - пропозициональные переменные;

$\&, \vee, \supset$ - логические союзы.

Определение формулы Э2

1. Элементарная формула Э1 есть формула.
2. Пропозициональная переменная есть формула.
3. Логическое значение (И, Л) формулы является формулой.
4. Если A - формула, то выражение $\neg A$ есть формула.
5. Если A и B - формулы, то $(A \& B)$, $(A \vee B)$, $(A \supset B)$ - формулы.
6. Структура $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$ является формулой.
7. Никаких других формул в Э2 нет.

Формула считается *замкнутой*, если она не содержит вопросного оператора. В противном случае формула считается *незамкнутой*.

Определение вопроса объяснительного типа

1. Формула $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$, содержащая такую подформулу A_i ($i = 1, 2, \dots, n$), которая входит в область действия вопросного оператора $\zeta \dots ?$, является вопросом объяснительного типа: $A_1, \dots, \zeta A_i ?, \dots, A_n \rightarrow B$.
2. Формула $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$, которая целиком входит в область действия вопросного оператора $\zeta \dots ?$, является «ли-вопросом» объяснительного типа: $\zeta A_1, \dots, A_n \rightarrow B ?$.
3. Никаких других вопросов объяснительного типа в Э2 нет.

Определение ремы и темы вопроса объяснительного типа

1. Любая подформула A_i формулы $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$ или вся формула, входящая в область действия вопросного оператора $\zeta \dots ?$, является *ремой* вопроса объяснительного типа.

2. Подформула B формулы $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$, не входящая в область действия вопросного оператора $\zeta \dots ?$, в совокупности с \rightarrow является *темой* вопроса объяснительного типа.

Определение понятия подстановки.

1. Если $A_1, \dots, \zeta A_i?, \dots, A_n \rightarrow B$ – вопрос объяснительного типа, а \mathbf{M} – множество возможных миров, на котором рема A_i ($i = 1, 2, \dots, n$) принимает различные логические значения, то выражение $A_1, \dots, A_i, \dots, A_n \mid \mathbf{M}_1, \dots, \mathbf{M}_i, \dots, \mathbf{M}_n$ есть результат подстановки вместо A_i его логических значений (И, Л), превращающих $\zeta A_i?$ в замкнутую элементарную формулу.

2. Если $\zeta A_1, \dots, A_n \rightarrow B?$ - «ли-вопрос» объяснительного типа, то замена формулы $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$ одним из ее логических значений (И, Л) превращает «ли-вопрос» в замкнутую формулу.

Определение ответа на вопрос объяснительного типа

1. Замкнутая формула **Э2** является ответом на вопрос объяснительного типа.

2. Никаких иных ответов на вопрос объяснительного типа в **Э2** нет.

Определение правильного ответа на вопрос объяснительного типа

1. На вопрос объяснительного типа: $A_1, \dots, \zeta A_i?, \dots, A_n \rightarrow B$ правильным ответом является результат замены: $A_i \mid \mathbf{M}_{A_i}$, (при котором A_i принимает логическое значение «истина») при одновременном отсутствии результата замены: $A_i \mid \mathbf{не-M}_{A_i}$ (при котором A_i принимает логическое значение «ложно»).

2. На «ли-вопрос» объяснительного типа $\{A_1, \dots, A_n \rightarrow B\}$ правильным ответом является логическое значение «И» формулы $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$.

3. Никаких других правильных ответов на вопрос объяснительного типа в Э2 нет.

Перейдем к формально-логическому представлению научных вопросов и ответов *прогностического* типа – формальная система Э3. Сначала несколько содержательных и очевидных замечаний.

Ремой научного вопроса прогностического типа будет являться запрашиваемая в самом вопросе информация о логическом значении высказывания B , входящего в объяснительно-прогностическую структуру научного знания $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$, которое оно принимает на множестве возможных миров M . Тогда *позитивная рема научного вопроса прогностического типа* это множество миров M_B , на котором B принимает логическое значение «истина» (выполняется), а его *негативная рема* это множество возможных миров $не-M_B$, на котором B принимает логическое значение «ложь» (не выполняется).

Ответом на научный вопрос прогностического типа будет являться совокупность логических значений, которые принимает заключение B , входящее в качестве элемента в объяснительно-прогностическую структуру $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$ научного знания, на множестве возможных миров M . *Правильным ответом на научный вопрос прогностического типа* будет считаться такой ответ, который удовлетворяет одновременно двум условиям: 1) он содержит позитивную рему научного вопроса прогностического типа и 2) он не содержит негативной ремы научного вопроса прогностического типа. Если нарушено хотя бы одно из указанных условий, ответ на научный вопрос прогностического типа считается *неправильным*.

Определение вопроса прогностического типа

1. Формула $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$, содержащая в качестве входящей в область действия вопросного оператора $\zeta \dots ?$ подформулу B , является вопросом прогностического типа: $A_1, \dots, A_n \rightarrow \zeta B?$.

2. Формула $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$, которая целиком входит в область действия вопросного оператора $\zeta \dots ?$, является «ли-вопросом» прогностического типа⁷: $\zeta A_1, \dots, A_n \rightarrow B?$.

3. Никаких других научных вопросов прогностического типа в ЭЗ нет.

Определение ремы и темы вопроса прогностического типа

1. Подформула B формулы $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$, входящая в область действия вопросного оператора $\zeta \dots ?$, являются *ремой* научного вопроса прогностического типа.

2. Подформула A_1, \dots, A_n формулы $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$, не входящая в область действия вопросного оператора $\zeta \dots ?$, в совокупности с \rightarrow является *темой* научного вопроса прогностического типа.

Определение понятия подстановки.

1. Если $A_1, \dots, A_n \rightarrow \zeta B?$ – вопрос прогностического типа, а \mathbf{M} – множество возможных миров, на котором рема B принимает различные логические значения, то выражение $B \mid \mathbf{M}$ есть результат подстановки вместо B его логических значений (И, Л), превращающих $\zeta B?$ в замкнутую элементарную формулу.

2. Если $\zeta A_1, \dots, A_n \rightarrow B?$ - «ли-вопрос» прогностического типа, то замена формулы $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$ одним из логических значений (И, Л) превращает $\zeta A_1, \dots, A_n \rightarrow B?$ в замкнутую формулу.

Определение ответа на вопрос прогностического типа

⁷ Легко заметить, что способы представления «ли-вопроса» прогностического и объяснительного типа совпадают.

1. Замкнутая формула является ответом на вопрос прогностического типа.

2. Никаких иных ответов на вопрос прогностического типа в **ЭЗ** нет.

Определение правильного ответа на вопрос прогностического типа

1. На вопрос прогностического типа: $A_1, \dots, A_n \rightarrow \iota B?$ правильным ответом является результат замены: $V \mid \mathbf{M}_V$ (при котором V принимает логическое значение «истина») при одновременном отсутствии результата замены: $V \mid \mathbf{не}\text{-}\mathbf{M}_V$ (при котором V принимает логическое значение «ложно»).

2. На «ли-вопрос» прогностического типа $\iota A_1, \dots, A_n \rightarrow V?$ правильным ответом является логическое значение «И» формулы $A_1, \dots, A_n \rightarrow V$.

3. Никаких других правильных ответов на вопрос прогностического типа в **ЭЗ** нет.

Семантика для Э2 и Э3.

Пусть $\{M\}$ - множество научных вопросов объяснительного и прогностического типов в **Э2** и в **Э3**, а $\{N\}$ - множество ответов объяснительного и прогностического типов в **Э2** и в **Э3**. Введем две функции g^+ и g^- такие, что для каждого возможного вопроса объяснительного типа $\iota A_i?$ из M ($\iota A_i? \in M$) $g^+(\iota A_i?)$ и $g^-(\iota A_i?)$, а также для каждого вопроса прогностического типа $\iota B?$ из M ($\iota B? \in M$) $g^+(\iota B?)$ и $g^-(\iota B?)$ соответственно есть множество правильных и множество неправильных ответов на вопрос объяснительного и прогностического типа в **Э2** и в **Э3**. Иначе говоря, g^R (где $R=+,-$) суть отображения M в множество всех подмножеств N , то есть $g^+: M \Rightarrow 2^N$ и $g^-: M \Rightarrow 2^N$ (где \Rightarrow - символ отображения). Следовательно, $g^+(\iota A_i?)$ и $g^+(\iota B?)$ являются подмножествами N , иначе говоря: $g^R(\iota A_i? \subseteq N)$ и $g^R(\iota B? \subseteq N)$.

Естественно предположить, что $g^R(\iota A_i?)$ и $g^R(\iota B?)$ может быть как пустым, так и непустым множеством. Если $g^R(\iota A_i?) = \emptyset$, и $g^R(\iota B?) = \emptyset$, то

$(\downarrow A_i?)$ и $(\downarrow B?)$ вообще не имеет ответа и это рассматривается как свидетельство отсутствия самого вопроса объяснительного и соответственно прогностического типов. Если $g^+(\downarrow A_i?) = \emptyset$ и $g^+(\downarrow B?) = \emptyset$, то $(\downarrow A_i?)$ и $(\downarrow B?)$ не имеет правильных, а если $g^-(\downarrow A_i?) = \emptyset$ и $g^-(\downarrow B?) = \emptyset$ неправильных ответов. И, естественно считать, что если $g^R(\downarrow A_i?) \neq \emptyset$ и $g^R(\downarrow B?) \neq \emptyset$, то $(\downarrow A_i?)$ и $(\downarrow B?)$ имеет как правильные, так и неправильные ответы. Научные вопросы объяснительного и прогностического типов будут считаться логически *корректными* лишь в том случае, если $g^+(\downarrow A_i?) \neq \emptyset$ и $g^+(\downarrow B?) \neq \emptyset$ и соответственно логически *некорректными*, если $g^+(\downarrow A_i?) = \emptyset$ и $g^+(\downarrow B?) = \emptyset$.

Пусть $K = \{1, 0\}$ – множество логических значений формул, где 1 означает «истинно», а 0 означает «ложно». Пусть также q - функция оценки для формул, которая определяется следующим образом: $q(A_i) = 1$ и $q(B) = 1$, если и только если $g^+(\downarrow A_i?) \neq \emptyset$ и $g^+(\downarrow B?) \neq \emptyset$, но $g^-(\downarrow A_i?) = \emptyset$ и $g^-(\downarrow B?) = \emptyset$; а также $q(A_i) = 0$ и $q(B) = 0$, если и только если $g^+(\downarrow A_i?) = \emptyset$ и $g^+(\downarrow B?) = \emptyset$, но $g^-(\downarrow A_i?) \neq \emptyset$ и $g^-(\downarrow B?) \neq \emptyset$.

Далее имеем: $q(\neg A) = 1$, если и только если $q(A) = 0$ и $q(\neg A) = 0$, е. и т. е. $q(A) = 1$. Далее имеем: $q(A \& B) = 1$, е. и т. е. $q(A) = 1$ и $q(B) = 1$ и $q(A \& B) = 0$, е. и т. е. $q(A) = 0$ или $q(B) = 0$. Далее имеем: $q(A \vee B) = 1$, е. и т. е. $q(A) = 1$ или $q(B) = 1$ и $q(A \vee B) = 0$, е. и т. е. $q(A) = 0$ и $q(B) = 0$. Далее имеем: $q(A \supset B) = 1$, е. и т. е. $q(A) = 1$ и $q(B) = 1$ и $q(A \supset B) = 0$, е. и т. е. $q(A) = 1$ и $q(B) = 0$.

Семантика Э2 и Э3 свидетельствует о том, что в чисто логическом плане процедура поиска правильного ответа на научный вопрос объяснительного или предсказательного типа сводится по существу к решению соответствующих логических задач (чисто дедуктивного характера!): или к доказательству истинности заключения B ; или к установлению истинности допущений A_1, \dots, A_n . Поэтому с учетом необходимой содержательно-смысловой связи любого научного вопроса и ответа на него (о которой подробно говорилось уже при введении ремы и

темы для анализа вопросно-ответных структур любого познавательного типа), саму *условную зависимость* \rightarrow в объяснительно-прогностической структуре $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$ научного знания вполне обоснованно и адекватно можно трактовать как *отношение релевантного логического следования*:

$$A_1, \dots, A_i, \dots, A_n \models_{\text{рел.}} B \Leftrightarrow M_{A_i} \subseteq M_B,$$

что в свою очередь открывает, по существу, реальные перспективы для создания особых логических исчислений с «эротетическим» наполнением смысла таких фундаментальных понятий как *вывод* и *доказательство*.