
ЛОГИКА СЕГОДНЯ

Б. И. Федоров

ФОРМАЛЬНО-ЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ВОПРОСНО-ОТВЕТНЫХ СТРУКТУР НАУЧНОГО ЗНАНИЯ

Аннотация: Предлагается вариант полной классификации научных вопросов, основанный на совокупном использовании информационно-лингвистических, логических и гносеологических их характеристик. Дается также формально-логическое представление научных вопросов: описательных, объяснительных и прогностических.

Ключевые слова: эротетическая логика, классификация вопросов, описательные, объяснительные, прогностические научные вопросы.

Abstract: Here the alternative complete classification of scientific questions based on an overall analysis of their informational, linguistic, logical and cognitive properties is proposed. A modification of the language for the applied first order logic to formalize the descriptive scientific questions, explanatory scientific questions, predictive scientific questions without question words is proposed.

Keywords: erotetic logic, classification of questions, descriptive, explanatory, predictive scientific questions.

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 информа-

ции: 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* вопроса¹. Рема вопроса может быть различной по своему элементному 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.

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

Объяснительная функция или просто *объяснение* как итог ее реализации в научном познании связана 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 B . 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 — B , 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 B от $A_1 \dots A_n$ или следования B 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 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 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;*

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

- *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 логику содержательно-смысловой связи вопроса с ответом;
- дать эффективное обобщенное определение ответа вообще;
- дать эффективное обобщенное определение правильного и неправильного ответа;
- дать полную классификацию вопросов³;
- дать полную классификацию ответов⁴.

На любой осмысленный и даже на бессмысленный вопрос может быть дан релевантный, т. е. связанный по смыслу ответ. Отсутствие ответа на поставленный вопрос свидетельствует скорее о субъективном нежелании отвечать на него, чем о невозможности ответа вообще. Другое дело, что в нашем распоряжении 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

³ См.: Федоров Б. И. Проблема классификации вопросов в эротетической логике // Вестн. СПб. гос. ун-та. Сер. 6. 2008. Вып. 1. С. 95–108.

⁴ Там же.

прос всегда оказывается «носителем» логического рода, конкретный логический вид которого представлен в ответе. Именно *логически необходимая родо-видовая* 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, так как по логическому «объему» находится в отношении подчинения к нему и наоборот, любой логический род связан по содержанию со своим логическим видом, так как 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* вопрос 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 *рему*⁵. 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.

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 пла-

⁵ Число всех возможных ответов на научный вопрос оказывается равным 16.

не 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 не затребованную вопросом избыточную информацию, 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.*

Формально-логическое представление вопросно-ответных структур научного знания мы начнем с научных вопросов и ответов *описательного типа* — это формальная система Э1. Для формально-логического выражения вопросов и ответов описательного типа нет необходимости моделировать бесконечный список самих вопросных слов и их аналогов, которые могут встречаться в вопросительных предложениях. Достаточно лишь рассматривать описательный вопрос как описательный ответ (формулу) с переменной.

Прикладной первопорядковый язык Э1

Алфавит

- $a, b, c, a_p, b_p, c_p, a_2, \dots$ — (индивидуальные) предметные постоянные;
 $f^n, g^n, h^n, f_1^n, g_1^n, h_1^n, \dots$ — n -местные предметно-функциональные константы;
 $P^n, Q^n, R^n, P_1^n, Q_1^n, R_1^n, \dots$ — n -местные предикаторные константы;
 \neg — символ логического отрицания «не верно, что...»;
 $\dot{\ } \dots ?$ — 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 *простой* терм.
2. Если f^n m -местная предметно-функциональная константа, а t_1, t_2, \dots, t_m — термы, то выражение $f^n(t_1, t_2, \dots, t_m)$ есть *сложный* 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*.

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

Определение вопроса описательного типа

1. Если элементарная формула содержит дескриптивный термин, входящий в область действия вопросного оператора, то она есть вопрос описательного типа.

2. Если элементарная формула целиком входит в область действия вопросного оператора, то она есть «ли-вопрос» описательного типа.

3. Никаких других вопросов описательного типа в Э1 нет.

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 в Москве», которое в Э1 может быть представлено элементарной формулой $P^2(f(a) b)$. В приведенном выражении a — простой терм («А. С. Пушкин»), b — простой терм («Москва»), f — одноместная предметно-функциональная константа («великий русский поэт»), P^2 — двухместная предикаторная константа «...родился в...», $f(a)$ — сложный терм («великий русский поэт А.С. Пушкин»). Относительно формального представления указанного высказывания могут быть образованы следующие пять научных вопросов описательного типа:

$$\zeta P^2? (f(a) b); P^2(\zeta f? (a) b); P^2(f(\zeta a?) b); P^2(f(a) \zeta b?); \zeta P^2(f(a) b)?$$

Определение ремы и темы вопроса описательного типа

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

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

Определение понятия подстановки

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

2. Если $\zeta A?$ — «ли-вопрос» вида $\zeta(P^m(t_1, t_2, \dots, t_m))?$, 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. Любая замкнутая элементарная формула Э1 является ответом на научный вопрос описательного типа.

2. Никаких иных ответов на научный вопрос описательного типа в Э1 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 $\zeta A?$ элементарная формула $P^m(t_1, t_2, \dots, t_m)$ превращается в *истинное высказывание*, то конкретное значение w_1, w_2, \dots, w_n , 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 вопрос 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 це-

лая 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 $i...?$ по существу «размыкает» замкнутую элементарную формулу (высказывание), превращая ее 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 к формально-логическому представлению научных вопросов и ответов *объяснительного* типа — формальной системе 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 $n > 1$), 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, $a \rightarrow$ — 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_i} . 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).

Ответ на научный вопрос объяснительного типа — очевидным образом 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) содержит позитивную рему научного вопроса объяснительного типа и 2) 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 ответов 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:

$p, q, r, p_1, q_1, r_1, p_2, \dots$ — пропозициональных переменных;
 $\&, \vee, \supset$ — логических союзов.

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. Любая подформула A_i формулы $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$, входящая в область действия вопросного оператора $\zeta \dots ?$, является вопросом объяснительного типа. Это записывается так: $A_1, \dots, \zeta A_i ? \dots, A_n \rightarrow B$.

2. Если формула $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$ целиком входит в область действия вопросного оператора $\zeta \dots ?$, то она является «ли-вопросом» объяснительного типа. Это записывается так: $\zeta A_1, \dots, A_n \rightarrow B ?$.

3. Никаких других вопросов объяснительного типа в Э2 нет.

Определение ремы и темы вопроса объяснительного типа

1. Любая подформула A_i формулы $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$, 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 $\zeta \dots ?$, является *темой* вопроса объяснительного типа.

Определение понятия подстановки

1. Если $A_1, \dots, \zeta A_i ? \dots, A_n \rightarrow B$ — вопрос (или рема вопроса) объяснительного типа, а M — множество возможных миров, на котором A_i ($i = 1, 2, \dots, n$) принимает различные логические значения, то выражение

$$A_1, \dots, A_i, \dots, A_n \mid M_1, \dots, M_i, \dots, M_n$$

есть результат подстановки вместо A_i его логических значений (И, Л), превращающих $\zeta A_i ?$ в замкнутую 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 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. Правильным ответом на вопрос объяснительного типа

$$A_1, \dots, \zeta A_i ? \dots, A_n \rightarrow B$$

является результат замены $A_i \mid M_{A_i}$ (при котором A_i принимает логическое значение «истина») при одновременном отсутствии результата замены $A_i \mid \text{не-}M_{A_i}$ (при котором A_i принимает логическое значение «ложно»).

2. Правильным ответом на «ли-вопрос» объяснительного типа $\zeta A_1, \dots, A_n \rightarrow B ?$ 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 — формальной системе Э3. Сначала несколько содержательных и очевидных замечаний.

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

Ответом на научный вопрос прогностического типа будет совокупность логических значений, которые принимает заключение В, входящее в качестве элемента в объяснительно-прогностическую структуру $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$ научного знания, на множестве возможных миров М. *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. Подформула В формулы $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$, входящая в область действия вопросного оператора $\zeta \dots ?$, является вопросом прогностического типа.

Это записывается так: $A_1, \dots, A_n \rightarrow \zeta B?$.

2. Если формула $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$ целиком входит в область действия вопросного оператора $\zeta \dots ?$, то она является «ли-вопросом» прогностического типа.

Это записывается так: $\zeta A_1, \dots, A_n \rightarrow B?$.

3. Никаких других научных вопросов прогностического типа в Э3 нет.

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

Определение ремы и темы вопроса прогностического типа

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

Определение понятия подстановки

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

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. Правильным ответом на вопрос прогностического типа $A_1, \dots, A_n \rightarrow \zeta B?$ является результат замены $B \mid M_B$ (при котором B принимает логическое значение «истина») при одновременном отсутствии результата замены $B \mid \text{не-}M_B$ (при котором B принимает логическое значение «ложно»).

2. Правильным ответом на «ли-вопрос» прогностического типа $\zeta A_1, \dots, A_n \rightarrow B?$ является логическое значение «И» формулы $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$.

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

Семантика 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

$$\zeta A_i? \text{ из } M (\zeta A_i? \in M) \quad g^+ (\zeta A_i?) \text{ и } g^- (\zeta A_i?),$$

а также для каждого вопроса прогностического типа

$$\zeta B? \text{ из } M (\zeta B? \in M) \quad g^+ (\zeta B?) \text{ и } g^- (\zeta B?)$$

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,

$g^+(iA_i?)$ и $g^+(iB?)$ являются подмножествами N , иначе говоря: $g^R(iA_i? \subseteq N)$ и $g^R(iB? \subseteq N)$.

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

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: $q(A) = 1$ и $q(B) = 1$, если и только если $g^+(iA_i?) \neq \emptyset$ и $g^+(iB?) \neq \emptyset$, но $g^-(iA_i?) = \emptyset$ и $g^-(iB?) = \emptyset$; а также $q(A) = 0$ и $q(B) = 0$, если и только если $g^+(iA_i?) = \emptyset$ и $g^+(iB?) = \emptyset$, но $g^-(iA_i?) \neq \emptyset$ и $g^-(iB?) \neq \emptyset$.

Далее имеем $q(\bar{A}) = 1$, если и только если $q(A) = 0$ и $q(\bar{A}) = 0$, 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 в 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 научного знания в объяснительно-прогностической структуре $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$ вполне обоснованно и адекватно можно трактовать как *отношение релевантного логического следования*:

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

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*.