УДК 162.2

В.И. Маркин

Силлогистика как логика антиобъемов терминов

Маркин Владимир Ильич
Кафедра логики, философский факультет, МГУ им. М.В. Ломоносова.
Россия, 119991, Москва, ГСП-1, Ломоносовский проспект, д. 27, корп. 4.
e-mail: `vladimirmarkin@mail.ru`

Для двух систем силлогистики (фундаментальной и традиционной) предлагаются нестандартные переводы в исчисление предикатов. Данные переводы позволяют трактовать эти силлогистические теории как логики антиобъемов субъектов и предикатов категорических высказываний. Согласно первому переводу, SaP означает, что антиобъем термина S включается в антиобъем термина P, SeP означает, что антиобъемы терминов S и P не содержат общих элементов, SiP означает, что пересечение антиобъемов S и P непусто, SoP означает, что антиобъем термина S не включается в антиобъем термина P. Второй перевод для любой силлогистической формулы A содержит дополнительную предпосылку о непустоте антиобъемов терминов, входящих в A. Доказано, что эти переводы погружают указанные силлогистики в классическое исчисление предикатов.

Ключевые слова: силлогистика, исчисление предикатов, погружающая операция, объемы и антиобъемы терминов

Обычно силлогистику трактуют как теорию правильных рассуждений, основанную на отношениях между объемами общих терминов, выступающих в роли субъектов и предикатов категорических высказываний. Силлогистические теории, как правило, строятся в языке, содержащем четыре силлогистические константы: a, i, e, o, каждая из которых фиксирует некоторое отношение между объемом субъекта и объемом предиката соответствующего высказывания. Так, в фундаментальной силлогистике константа a рассматривается в качестве знака отношения включения объема субъекта в объем предиката, константа i как знак отношения совместимости терминов высказывания по объему (непустоты пересечения объемов), константа e представляет отношение несовместимости, а o — отношение невключения. В других силлогистических теориях могут накладываться дополнительные ограничения на пустоту или непустоту объемов терминов. В частности, в традиционной силлогистике принимается исходная предпосылка о непустоте всех общих терминов, т.е. при решении вопроса, является ли некоторая формула законом этой теории, исходят из предположения, что все термины, содержащиеся в ней, репрезентируют непустые множества.

Данная интерпретация категорических высказываний в *фундаментальной силлогистике* находит свое адекватное отражение в широко известном переводе * силлогистических формул в язык классического одноместного исчисления предикатов:

$$SaP^* = \forall x(Sx \supset Px), \qquad SeP^* = \forall x(Sx \supset \neg Px),$$
$$SiP^* = \exists x(Sx \wedge Px), \qquad SoP^* = \exists x(Sx \wedge \neg Px),$$
$$(\neg A)^* = \neg A^*, \qquad (A \triangledown B)^* = A^* \triangledown B^*,$$

где $\triangledown$ есть бинарная пропозициональная связка.

Класс законов позитивного фрагмента фундаментальной силлогистики формализует аксиоматическая система **ФС**, которая дедуктивно эквивалентна исчислению, предложенному Дж. Шефердсоном [10, p. 144]. Схемами аксиом **ФС** являются:

Ф0. Схемы аксиом классического исчисления высказываний,
Ф1. $(MaP \wedge SaM) \supset SaP$, **Ф5**. $SiP \supset SiS$,
Ф2. $(MeP \wedge SaM) \supset SeP$, **Ф6**. $SoP \supset SiS$,
Ф3. $SeP \supset PeS$, **Ф7**. $SiP \equiv \neg SeP$,
Ф4. SaS, **Ф8**. $SoP \equiv \neg SaP$,

а единственным правилом вывода – *modus ponens*.

Доказано [5, с. 18-27], что перевод * погружает силлогистику **ФС** в классическое исчисление предикатов.

Позитивный фрагмент *традиционной силлогистики* формализуется известным аксиоматическим исчислением Я. Лукасевича [4]. Дедуктивно эквивалентная ему система получается за счет добавления к системе **ФС** новой схемы аксиом $SaP \supset SiP$ (схемы аксиом **Ф5** и **Ф6** становятся при этом излишними).

В.А. Смирнов [7] предложил иную аксиоматизацию силлогистики Лукасевича. Построенное им исчисление **С4** содержит следующие силлогистические схемы аксиом:

А1. $(MaP \wedge SaM) \supset SaP$, **А5**. $SiP \supset SaS$,
А2. $(MeP \wedge SaM) \supset SeP$, **А6**. SiS,
А3. $SeP \supset PeS$, **А7**. $SiP \equiv \neg SeP$,
А4. $SaP \supset SiP$, **А8**. $SoP \equiv \neg SaP$.

Силлогистика **С4** погружается в классическое одноместное исчисление предикатов посредством перевода Θ, предложенного М.Н. Бежанишвили и Л.И. Мчедлишвили [1]:

$$\Theta(A) = (\exists x S_1 x \wedge ... \wedge \exists x S_n x) \supset A^*,$$

где $S_1, ..., S_n$ – все силлогистические термины в составе формулы A. Перевод Θ как раз и выражает принимаемую в традиционной силлогистике предпосылку о непустоте общих терминов.

Известно, что для некоторых систем позитивной силлогистики существуют неэквивалентные друг другу адекватные переводы в классическое одноместное исчисление предикатов. Однако все рассматриваемые обычно переводы категорических высказываний SaP, SeP, SiP и SoP являются *стандартными* в следующем смысле: они представляют собой булевы комбинации формул языка логики предикатов, причем одной из обязательных составляющих для перевода SaP является формула $\forall x(Sx \supset Px)$, для перевода SeP – формула $\forall x(Sx \supset \neg Px)$, для перевода SiP – формула $\exists x(Sx \wedge Px)$, для перевода SoP – формула $\exists x(Sx \wedge \neg Px)$. Другими составляющими этих переводов могут быть формулы типов $\exists x Sx$ и $\exists x \neg Sx$, соответствующие утверждениям о непустоте и о неуниверсальности терминов.

Далее мы предложим нестандартные (в указанном смысле) переводы, погружающие в исчисление предикатов позитивные фрагменты фундаментальной и традиционной силлогистик.

Для системы фундаментальной силлогистики **ФС** адекватным является следующий нестандартный перевод $^{\otimes}$:

$$\begin{array}{ll} SaP^{\otimes} = \forall x(Px \supset Sx), & SeP^{\otimes} = \forall x(Sx \vee Px), \\ SiP^{\otimes} = \exists x(\neg Sx \wedge \neg Px), & SoP^{\otimes} = \exists x(Px \wedge \neg Sx), \\ (\neg A)^{\otimes} = \neg A^{\otimes}, & (A \triangledown B)^{\otimes} = A^{\otimes} \triangledown B^{\otimes}. \end{array}$$

Согласно данному переводу, константа a рассматривается как знак отношения включения объема предиката в объем субъекта, константа o – как знак отсутствия объемного включения предиката в субъект, константа e – как знак универсальности объединения объемов субъекта и предиката, константа i – как знак неуниверсальности такого объединения.

Вместе с тем, этот перевод позволяет интерпретировать силлогистические константы не только как знаки отношений между *объемами* субъекта и предиката, но и как знаки определенных отношений между их *антиобъемами*.

Поскольку формула $\forall x(Px \supset Sx)$ эквивалентна в классической логике предикатов формуле $\forall x(\neg Sx \supset \neg Px)$, $^{\otimes}$-перевод SaP утверждает, что антиобъем субъекта включается в антиобъем предиката. Формула $\forall x(Sx \vee Px)$ эквивалентна формуле $\forall x(\neg Sx \supset \neg\neg Px)$, а следовательно, SeP в соответствии с переводом $^{\otimes}$ трактуется как утверждение о несовместимости антиобъемов S и P (всё, что входит в антиобъем S, не входит в антиобъем P). $^{\otimes}$-перевод SiP содержит информацию о совместимости антиобъемов S и P (непустоте пересечения антиобъемов субъекта и предиката), а перевод SoP эквивалентен формуле $\exists x(\neg Sx \wedge \neg\neg Px)$, то есть константа o понимается здесь как знак отсутствия включения антиобъема S в антиобъем P.

Таким образом, перевод $^{\otimes}$ задает стандартную трактовку силлогистических констант a, i, e, o, но не применительно к объемам субъектов и предикатов соответствующих категорических высказываний, а применительно к их антиобъемам!

Для обоснования тезиса о том, что фундаментальная силлогистика может рассматриваться как логика антиобъемов субъектов и предикатов высказываний (в указанном выше смысле), необходимо доказать, что перевод $^{\otimes}$ погружает систему **ФС** в классическое исчисление предикатов.

Данное утверждение можно обосновать средствами исчисления предикатов, сличая переводы * и $^{\otimes}$ и используя правило подстановки вместо предикатных символов и правило эквивалентной замены. Мы же будем вести доказательство, оставаясь «внутри» силлогистики и опираясь на результаты, изложенные в малоизвестной работе И.И. Ганиянца и В.И. Маркина [3]. В ней были построены системы, исходными константами которых, наряду с a и o, являются не i и e, а новые, нестандартные константы «исчерпываемости» (u) и «неисчерпываемости» (j) предметной области объемами субъекта и предиката. В языке этой силлогистики помимо SaP и SoP имеются две новых разновидности элементарных формул – SuP и SjP. SuP может быть прочитана так: «Всякий объект есть S или P», а SjP – как: «Некий объект не есть ни S, ни P». Высказывания подобных типов впервые были исследованы А. Де Морганом [9].

Первое исчисление силлогистического типа в языке с константами a, u, j, o – система **ФУ** – кроме классических тавтологий и правила *modus ponens* содержит аксиомы следующих типов:

У1. $(MaP \wedge SaM) \supset SaP$, **У5**. $SjP \supset SjS$,
У2. $(MaP \wedge SuM) \supset SuP$, **У6**. $SoP \supset PjP$,

У3. $SuP \supset PuS$, **У7**. $SjP \equiv \neg SuP$,
У4. SaS, **У8**. $SoP \equiv \neg SaP$.

Исчисление **ФУ** так же, как и система фундаментальной силлогистики **ФС**, является подсистемой обобщенной фундаментальной силлогистики **ОФС**, которая построена и проанализирована в работе [6] и содержит в качестве исходных силлогистические константы a, i, e, o, u, j.

Для системы **ФУ** в [3] предложен следующий адекватный перевод $^{\odot}$ в язык классического исчисления предикатов:

$$\begin{array}{ll} SaP^{\odot} = \forall x(Px \supset Sx), & SuP^{\odot} = \forall x(Sx \vee Px), \\ SjP^{\odot} = \exists x(\neg Sx \wedge \neg Px), & SoP^{\odot} = \exists x(Sx \wedge \neg Px), \\ (\neg A)^{\odot} = \neg A^{\odot}, & (A \triangledown B)^{\odot} = A^{\odot} \triangledown B^{\odot}. \end{array}$$

Функция $^{\odot}$ погружает систему **ФУ** в исчисление предикатов (подробное доказательство содержится в дипломной работе И.И. Ганиянца, оно аналогично доказательству погружаемости **ФС** в исчисление предикатов посредством перевода *, представленному в [5, с. 18–27]).

Силлогистики **ФС** и **ФУ** названы в [3] *зеркальными*. Смысл этого отношения состоит в следующем. Если в любой теореме системы **ФС** заменить все подформулы вида SaP на PaS, подформулы вида SoP на PoS, подформулы вида SeP на SuP, а подформулы вида SiP на SjP, то полученная формула окажется доказуемой в **ФУ**. При обратной замене подформул в любой теореме системы **ФУ** мы получим формулу, доказуемую в **ФС**.

В более точных терминах, необходимо рассмотреть два перевода: перевод τ_1 из множества формул системы **ФС** в множество формул системы **ФУ** и перевод τ_2 из множества формул системы **ФУ** в множество формул системы **ФС**:

$$\begin{array}{ll} \tau_1(SaP) = PaS, & \tau_2(SaP) = PaS, \\ \tau_1(SoP) = PoS, & \tau_2(SoP) = PoS, \\ \tau_1(SeP) = SuP, & \tau_2(SuP) = SeP, \\ \tau_1(SiP) = SjP, & \tau_2(SjP) = SiP, \\ \tau_1(\neg A) = \neg\tau_1(A), & \tau_2(\neg A) = \neg\tau_2(A), \\ \tau_1(A \triangledown B) = \tau_1(A) \triangledown \tau_1(B), & \tau_2(A \triangledown B) = \tau_2(A) \triangledown \tau_2(B). \end{array}$$

Несложно показать, что τ_1-перевод любой аксиомы **ФС** доказуем в **ФУ**, а также то, что если $\tau_1(A \supset B)$ и $\tau_1(A)$ являются теоремами **ФУ**, то и $\tau_1(B)$ доказуема в **ФУ**. Следовательно, для любой формулы A языка **ФС** верно: если A доказуема в **ФС**, то $\tau_1(A)$ доказуема в **ФУ**.

Аналогичным образом демонстрируется справедливость следующего утверждения: для любой формулы A языка **ФУ** верно: если A доказуема в **ФУ**, то $\tau_2(A)$ доказуема в **ФС**.

Кроме того, индукцией по длине формулы A языка **ФС** можно доказать, что $\tau_2(\tau_1(A)) = A$. А индукцией по длине формулы A языка **ФУ** можно доказать, что $\tau_1(\tau_2 A) = A$. Поэтому формула $A \equiv \tau_2(\tau_1(A))$ является теоремой **ФС** для любой A языка этой системы, а формула $A \equiv \tau_1(\tau_2(A))$ является теоремой **ФУ** для любой A ее языка.

Все сказанное выше, согласно известному критерию погружаемости одного исчисления в другое, предложенному В.А. Смирновым [8, с. 159], означает, что τ_1 погружает систему **ФС** в **ФУ**, а τ_2 погружает систему **ФУ** в **ФС**.

Теперь мы в состоянии доказать метатеорему о погружаемости фундаментальной силлогистики **ФС** в исчисление предикатов посредством нестандартного перевода $^{\otimes}$:

Теорема 1. *Функция $^{\otimes}$ погружает систему* ***ФС*** *в классическое одноместное исчисление предикатов.*

Доказательство. Выше было отмечено, что перевод τ_1 погружает силлогистику **ФС** в **ФУ**, а перевод $^{\odot}$ – систему **ФУ** в классическое исчисление предикатов. Отсюда следует, что **ФС** погружается в исчисление предикатов посредством композиции функций $^{\odot}$ и τ_1. То есть для любой формулы A языка **ФС** верно: A доказуема в **ФС**, если и только если формула $\tau_1(A)^{\odot}$ доказуема в исчислении предикатов.

Покажем далее, что $\tau_1(A)^{\odot} = A^{\otimes}$ для любой формулы A языка **ФС**. Рассуждение ведем возвратной индукцией по числу пропозициональных связок в формуле A. Допустим, что для любой формулы B с меньшим, чем у A, количеством связок верно: $\tau_1(B)^{\odot} = B^{\otimes}$. Осуществим разбор шести случаев в зависимости от вида формулы A.

(1) A есть SaP.
$\tau_1(SaP)^{\odot} = PaS^{\odot} = \forall x(Px \supset Sx) = SaP^{\otimes}$.

(2) A есть SiP.
$\tau_1(SiP)^{\odot} = SjP^{\odot} = \exists x(\neg Sx \wedge \neg Px) = SiP^{\otimes}$.

(3) A есть SeP.
$\tau_1(SeP)^{\odot} = SuP^{\odot} = \forall x(Sx \vee Px) = SeP^{\otimes}$.

(4) A есть SoP.
$\tau_1(SoP)^{\odot} = PoS^{\odot} = \exists x(Px \wedge \neg Sx) = SoP^{\otimes}$.

(5) A есть $\neg B$. Согласно определениям функций τ_1 и $^{\odot}$, $\tau_1(\neg B)^{\odot} = (\neg\tau_1(B))^{\odot} = \neg(\tau_1(B))^{\odot}$. Поскольку B содержит меньше связок, чем A, по индуктивному допущению имеем: $\tau_1(B)^{\odot} = B^{\otimes}$. Тогда $\neg\tau_1(B)^{\odot} = \neg B^{\otimes}$. А по определению функции $^{\otimes}$, $\neg B^{\otimes} = (\neg B)^{\otimes}$. Таким образом, $\tau_1(\neg B)^{\odot} = (\neg B)^{\otimes}$.

(6) A есть $B\nabla C$. Согласно определениям функций τ_1 и $^{\odot}$, $\tau_1(B\nabla C)^{\odot} = (\tau_1(B)\nabla\tau_1(C))^{\odot} = \tau_1(B)^{\odot}\nabla\tau_1(C)^{\odot}$. Поскольку B и C содержат меньше связок, чем A, по индуктивному допущению имеем: $\tau_1(B)^{\odot} = B^{\otimes}$ и $\tau_1(C)^{\odot} = C^{\otimes}$. Тогда $\tau_1(B)^{\odot}\nabla\tau_1(C)^{\odot} = B^{\otimes}\nabla C^{\otimes}$. А по определению функции $^{\otimes}$, $B^{\otimes}\nabla C^{\otimes} = (B\nabla C)^{\otimes}$. Таким образом, $\tau_1(B\nabla C)^{\odot} = (B\nabla C)^{\otimes}$.

Итак, произвольная формула A доказуема в системе **ФС**, если и только если $\tau_1(A)^{\odot}$ доказуема в исчислении предикатов, и при этом $\tau_1(A)^{\odot} = A^{\otimes}$. Отсюда следует, что для любой формулы A языка **ФС** верно: A доказуема в **ФС**, если и только если формула $A^{\otimes}$ доказуема в исчислении предикатов. Иными словами, $^{\otimes}$ есть перевод, погружающий **ФС** в классическое одноместное исчисление предикатов. □

Предложим теперь нестандартный перевод Λ в исчисление предикатов для другой силлогистической теории – силлогистики Лукасевича (системы **С4**), которая формализует позитивный фрагмент традиционной силлогистики:

$$\Lambda(A) = (\exists x\neg S_1x \wedge ... \wedge \exists x\neg S_nx) \supset A^{\otimes},$$

где $S_1, ..., S_n$ – все силлогистические термины в формуле A.

Перевод Λ позволяет истолковывать систему **С4** как логику антиобъемов субъектов и предикатов категорических высказываний в том же самом ключе, что и перевод $^{\otimes}$ применительно к силлогистике **ФС**. Действительно, Λ определяется через $^{\otimes}$, который интерпретирует силлогистические константы как знаки отношений между антиобъемами терминов категорических высказываний, а экзистенциальный префикс $\Lambda(A)$ – формула $\exists x\neg S_1x \wedge ... \wedge \exists x\neg S_nx$ – выражает предпосылку о непустоте антиобъемов всех терминов силлогистической формулы A.

Для доказательства адекватности перевода Λ силлогистике Лукасевича рассмотрим другое исчисление силлогистического типа в языке с исходными константами a, u, j, o, сформулированное в работе [3]. Исчисление **С4У** наряду с классическими тавтологиями и правилом *modus ponens* содержит аксиомы следующих типов:

Л1. $(MaP \wedge SaM) \supset SaP$,	**Л5**. $SjP \supset SaS$,
Л2. $(MaP \wedge SuM) \supset SuP$,	**Л6**. SjS,

Л3. $SuP \supset PuS$, **Л7**. $SjP \equiv \neg SuP$,
Л4. $SaP \supset SjP$, **Л8**. $SoP \equiv \neg SaP$.

Исчисление **С4У**, как и **С4**, является подсистемой обобщенной традиционной силлогистики **ОС4**, содержащей в качестве исходных силлогистические константы a, i, e, o, u, j [6].

Системы **С4** и **С4У** являются зеркальными, то есть перевод τ_1 погружает систему **С4** в **С4У**, а τ_2 погружает систему **С4У** в **С4**. Кроме того, силлогистика **С4У** погружается в классическое одноместное исчисление предикатов посредством следующего перевода Ξ:

$$\Xi(A) = (\exists x \neg S_1 x \wedge ... \wedge \exists x \neg S_n x) \supset A^{\odot},$$

где $S_1, ..., S_n$ – все силлогистические термины в составе формулы A. Доказательство осуществлено в дипломной работе И.И. Ганиянца, оно основано на методе, использованном в [2, с. 93–95] при доказательстве погружаемости системы **С4** в исчисление предикатов посредством перевода Θ.

Эти результаты позволяют обосновать справедливость следующего метаутверждения:

Теорема 2. *Функция Λ погружает систему **С4** в классическое одноместное исчисление предикатов.*

Доказательство. Поскольку τ_1 погружает силлогистику **С4** в **С4У**, а перевод Ξ – систему **С4У** в классическое исчисление предикатов, постольку **С4** погружается в исчисление предикатов посредством композиции функций Ξ и τ_1. То есть для любой формулы A стандартного силлогистического языка верно: A доказуема в **С4**, если и только если формула $\Xi(\tau_1(A))$ доказуема в исчислении предикатов.

Согласно определению Ξ, $\Xi(\tau_1(A)) = (\exists x \neg S_1 x \wedge ... \wedge \exists x \neg S_n x) \supset \tau_1(A)^{\odot}$, где $S_1, ..., S_n$ – все силлогистические термины в составе формулы $\tau_1(A)$. При доказательстве предыдущей метатеоремы было показано, что $\tau_1(A)^{\odot} = A^{\otimes}$ для любой формулы A стандартного языка. Поэтому $\Xi(\tau_1(A)) = (\exists x \neg S_1 x \wedge ... \wedge \exists x \neg S_n x) \supset A^{\otimes}$. Но, по определению перевода Λ, $\Lambda(A) = (\exists x \neg S_1 x \wedge ... \wedge \exists x \neg S_n x) \supset A^{\otimes}$, где $S_1, ..., S_n$ – все силлогистические термины в составе формулы A. Несложно убедиться в том, что множества силлогистических терминов в составе формул A и $\tau_1(A)$ совпадают для любой формулы A. Поэтому $\Xi(\tau_1(A)) = \Lambda(A)$, то есть Λ представляет собой композицию переводов Ξ и τ_1.

Из сказанного выше вытекает, что для любой формулы A стандартного силлогистического языка верно: A доказуема в **С4**, если и только если формула $\Lambda(A)$ доказуема в исчислении предикатов. Таким образом, Λ есть перевод, погружающий **C4** в классическое одноместное исчисление предикатов. $\square$

Итак, мы показали, что две широко известные системы позитивной силлогистики – фундаментальная и традиционная – могут быть истолкованы не только как «логики объемов», но и как «логики антиобъемов» субъектов и предикатов категорических высказываний. Подобное истолкование, опирающееся на нестандартные переводы силлогистических формул в язык классической логики предикатов, может быть осуществлено и для других систем позитивной силлогистики.

Литература

[1] *Бежанишвили М.Н., Мчедлишвили Л.И.* Позитивная силлогистика и логика предикатов // Логика Аристотеля. Тбилиси: Изд-во Тбилисского университета, 1985. С. 36–46.

[2] *Бочаров В.А., Маркин В.И.* Силлогистические теории. М.: Прогресс-Традиция, 2010. 334 с.

[3] *Ганиянц И.И., Маркин В.И.* Силлогистики с константой исчерпываемости // Международная конференция «Развитие логики в России: итоги и перспективы». М.: Логос, 1997. С. 56–59.

[4] *Лукасевич Я.* Аристотелевская силлогистика с точки зрения современной формальной логики. М.: Изд-во иностранной литературы, 1959. 312 с.

[5] *Маркин В.И.* Силлогистические теории в современной логике. М.: Издательство МГУ, 1991. 96 с.

[6] *Маркин В.И.* Обобщенная позитивная силлогистика // Логические исследования. 1999. Вып. 6. С. 241–258.

[7] *Смирнов В.А.* Адекватный перевод утверждений силлогистики в исчисление предикатов // Актуальные проблемы логики и методологии науки. Киев: Наукова думка, 1980.

[8] *Смирнов В.А.* Логические методы анализа научного знания. М.: Эдиториал УРСС, 2002. 264 с.

[9] *De Morgan A.* Formal Logic or the Calculus of Inferense, Nesessary, and Probable. London: Taylor and Walton, 1847. 336 p.

[10] *Shepherdson J.C.* On the Interpretation of Aristotelian Syllogistic // Journal of Symbolic Logic. 1956. Vol. 21 (2). P. 137–147.

V.I. Markin

Syllogistic Theory as Logic of Anti-extensions of Terms

Markin Vladimir Ilyich
Department of Logic, Faculty of Philosophy, Lomonosov Moscow State University.
Lomonosovsky prospekt 27-4, GSP-1, Moscow, 119991, Russian Federation.
e-mail: `vladimirmarkin@mail.ru`

For two syllogistics (fundamental and traditional) we define nonstandard translations into the predicate calculus. These translations make it possible to treat syllogistic theories as logics of anti-extensions of the subjects and the predicates of categorical statements. In compliance with the first translation, SaP means that anti-extension of S is included in anti-extension of P, SeP means that anti-extensions of S and P don't contain common elements, SiP means that the intersection of anti-extensions of S and P is nonempty, SoP means that anti-extension of S is not included in anti-extension of P. For arbitrary syllogistic formula A, the second translation includes additionally the precondition that anti-extensions of all the terms in A are nonempty. It is proved that these two syllogistics are embedded into the classical predicate calculus under the given translations.

Keywords: syllogistic, predicate calculus, embedding function, extensions and anti-extensions of terms

References

[1] Bezhanishvili, M.N., Mchedlishvili, L.I. "Pozitivnaja sillogistika i logika predmetov" [Positive syllogistic and logic of objects], *Logika Aristotelja* [Aristotle's logic]. Tbilisi: Izdatel'stvo tbilisskogo universiteta, 1985. pp. 36–46. (In Russian)

[2] Bocharov, V.A., Markin, V.I. *Sillogisticheskie teorii* [Syllogistic theories]. M.: Progress-Tradicija, 2010. 336 p. (In Russian)

[3] Ganijanc, I.I., Markin, V.I. "Sillogistiki s konstantoj ischerpyvaemosti" [Syllogistic with the exhaustive constant], Mezhdunarodnaja konferencija "Razvitie logiki v Rossii: itogi i perspektivy". M.: Logos, 1997. pp. 56–59. (In Russian)

[4] Lukasevich, Ja. *Aristotelevskaja sillogistika s tochki zrenija sovremennoj formal'noj logiki* [Aristotelian syllogistic in terms of modern formal logic]. M.: Izdatel'stvo inostrannoj literatury, 1959. 312 p. (In Russian)

[5] Markin, V.I. *Sillogisticheskie teorii v sovremennoi logike* [Syllogistic theories in modern logic]. M.: Izdatel'stvo MGU, 1991. 96 p. (In Russian)

[6] Markin, V.I. "Obobshhennaja pozitivnaja sillogistika" [Generalized positive syllogistic], *Logicheskie issledovanija* [Logical Investigations]. M.: Nauka, 1999, vol. 6, pp. 241–258. (In Russian)

[7] Smirnov, V.A. "Adekvatnyj perevod utverzhdenij sillogistiki v ischislenie predikatov" [Adequate translation syllogistic statements in predicate calculus], *Aktual'nye problemy logiki i metodologii nauki* [Actual problems of logic and methodology of science]. Kiev: Naukova dumka, 1980. (In Russian)

[8] Smirnov, V.A. *Logicheskie metody analiza nauchnogo znanija* [Logical methods of analysis of scientific knowledge]. M.: Jeditorial URSS, 2002. 264 p. (In Russian)

[9] De Morgan, A. *Formal Logic or the Calculus of Inferense, Nesessary, and Probable*. London: Taylor and Walton, 1847. 336 p.

[10] Shepherdson, J.C. "On the Interpretation of Aristotelian Syllogistic", *Journal of Symbolic Logic*, 1956, vol. 21 (2), pp. 137–147.