

# 16

Российская ассоциация  
искусственного интеллекта

Федеральный  
исследовательский  
центр «Информатика  
и управление» РАН

Институт проблем  
управления  
им. В.А. Трапезникова  
РАН

Национальный  
исследовательский  
университет  
«Высшая школа  
экономики»

The Institute  
of Information  
and Communication  
Technologies  
at the Bulgarian  
Academy of Sciences

НАЦИОНАЛЬНАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ  
ПО ИСКУССТВЕННОМУ  
ИНТЕЛЛЕКТУ

**КИИ-2018**

ТРУДЫ  
КОНФЕРЕНЦИИ  
**ТОМ 2**

Москва  
2018

**Организаторы конференции:**

Российская ассоциация искусственного интеллекта

ФГБУ Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН

ФГБУН Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет

«Высшая школа экономики»

The Institute of Information and Communication Technologies

at the Bulgarian Academy of Sciences

Конференция проводится при финансовой поддержке

Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-07-20067)

**Шестнадцатая Национальная конференция по искусственному**

**интеллекту с международным участием КИИ-2018** (24–27 сентября 2018 г.,

г. Москва, Россия). Труды конференции. В 2-х томах. Т 2. – М.: РКП, 2018. – 287 с.

Во втором томе трудов публикуются доклады участников конференции, представленные на следующих секциях:

Секция 6. «Классификация, распознавание и диагностика»,

Секция 7. «Когнитивные исследования и психологические аспекты искусственного интеллекта»,

Секция 8. «Моделирование рассуждений и неклассические логики»,

Секция 9. «Нечеткие модели и мягкие вычисления»,

Секция 10. «Нейросетевые методы и нейроинформатика»,

Секция 11. «Прикладные интеллектуальные системы».

## ПРИЛОЖЕНИЯ НЕКЛАССИЧЕСКОЙ ПРОПОЗИЦИОНАЛЬНОЙ ЛОГИКИ В ЗАДАЧАХ ВЕРИФИКАЦИИ ЛОГИЧЕСКОГО СЛЕДОВАНИЯ

Ю.М. Сметанин (*gms1234gms@rambler.ru*)  
Удмуртский государственный университет, Ижевск

Рассматриваются приложения неклассической многозначной логики  $L_{S_2}$  с областью интерпретации в множествах неотрицательных целых чисел. Семантика ее правильно построенных формул определяется моделью в форме алгебраической системы. Элементы носителя этой алгебраической системы однозначно сопоставляются с формальными контекстами для семейства модельных множеств (признаков). Установлено, что для логики предикатов первого порядка с одно и двуместными предикатами верификацию логического следования в семантическом смысле можно проводить, используя  $L_{S_2}$  и соответствия Галуа релевантные двуместным предикатам.

**Ключевые слова:** конститuenty, формальный контекст, логическое следование в семантическом смысле, алгебраическая онтология, соответствия Галуа

### Введение

В работе показано, что для некоторых случаев, когда постановка задач верификации рассуждений на естественном языке использует понятие соответствия, можно значительно уменьшить сложность логического вывода. Для этого нужно использовать исчисление конститuentных множеств, построенное в алгебраической системе (0.1) и неклассическую многозначную логику  $L_{S_2}$  [Сметанин, 2017].

$$\langle B(\tilde{X}_n), W_F, W_R \rangle. \quad (0.1)$$

В (0.1) операциями являются операции алгебры множеств, а отношениями строгое включение и равенство множеств. Опорное множество является семейством множеств, которые можно построить из

номеров конститuent модельных множеств  $\tilde{X}_n = X_1, X_2, \dots, X_n \subseteq U$ ,  $U = \{0, 1, \dots, 2^n - 1\}$ .

В работе предлагается постановка задач верификации рассуждений с использованием объемных соотношений и соответствий между модельными множествами. На примерах показано, что для логики предикатов первого порядка с одно и двуместными предикатами верификацию логического следования можно проводить, используя соответствия Галуа.

## 1. Исчисление конститuentных множеств

Атомарные суждения (1.1) логики  $L_{S_2}$  выражают объемные отношения множеств в универсуме  $U$ , семантика которых определена как:

$$NOB_s = \langle A(X, Y), Eq(X, Y), IO(X, Y), X \subset U, X = U \rangle. \quad (1.1)$$

$$A(X, Y) \equiv (X \subset Y) \cdot (X \subset U) \cdot (X' \subset U) \cdot (Y \subset U) \cdot (Y' \subset U). \quad (1.2)$$

$$Eq(X, Y) \equiv (X = Y) \cdot (X \subset U) \cdot (X' \subset U) \cdot (Y \subset U) \cdot (Y' \subset U). \quad (1.3)$$

$$IO(X, Y) \equiv (X \cdot Y \subset U) \cdot (X \cdot Y' \subset U) \cdot (X' \cdot Y \subset U) \cdot (X' \cdot Y' \subset U). \quad (1.4)$$

Здесь множество  $X \cdot Y'$  – пересечение  $X$  и дополнения  $Y'$  до универсума. Вместо  $X$  и  $Y$  можно подставить любые правильно построенные формулы (ППФ)  $F_1(\tilde{X}_n)$ ,  $F_2(\tilde{X}_n)$  алгебры множеств.

В логике используются три логических операции: отрицание, дизъюнкция и конъюнкция. Из атомарных суждений (1.1) можно составить конъюнктивные формулы (КФ). Остальные правильно построенные формулы  $L_{S_2}$  являются неконъюнктивными формулами (НКФ). Показано, что любая НКФ может быть представлена как дизъюнкция КФ, являющихся попарно противоречивыми.

Алгебраическая система (0.1) определяет дискретный аналог модельных схем В.А. Бочарова и В.И. Маркина, которые можно задать диаграммами Венна. Дискретная модельная схема  $I_n = \langle U, X_1, X_2, \dots, X_n \rangle$  называется алгебраической онтологией (А-онтологией). Она, с точностью до нумерации модельных множеств, представляет алгебраическую систему (0.1) смотри рис. 1.

**Единицей** А-онтологии  $I_n = \langle U, X_1, X_2, \dots, X_n \rangle$  называется множество номеров ее непустых конститuent, обозначение –  $M(I_n)$ .

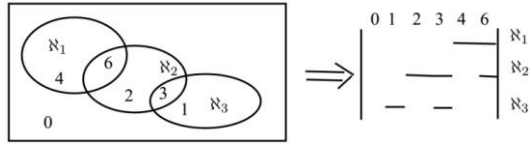


Рис. 1 Переход от диаграммы Венна к А-онтологии

А-онтология  $I = \langle U, X_1^0, X_2^0, \dots, X_n^0 \rangle$  называется канонической, если  $U = \{0, 1, \dots, 2^n - 1\}$ . Все конститuentы канонической А-онтологии есть непустые множества.

А-онтология по своему строению является формальным контекстом [Ganter, 1999]. Рис. 2 иллюстрирует неаристотелевское строение понятия, смысловое содержание которого всегда выявляется на фоне контекста. Например, тигры – хищные млекопитающие, не живущие в воде и не приспособленные к жизни в условиях Крайнего Севера»:

$$T \subset X \cap M \cap B' \cap C' \equiv A(T, X \cdot M \cdot B' \cdot C').$$

Контекст понятия можно изменять.

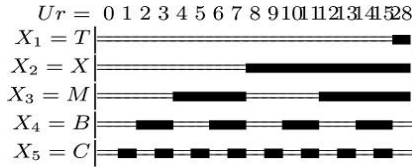


Рис. 2 Понятие «тигры-Т» в формальном контексте А-онтологии

Список всех атомных логических отношений (1.1) между модельными множествами, для заданной А-онтологии  $I_n$ , будем называть **полным бинарным инвариантом**  $BIN(I_n)$ . Конъюнкцию (КФ), составленную из бинарных отношений входящих в  $BIN(I_n)$ , обозначим  $FBIN(I_n)$ . Для сокращения в конъюнкции бинарных отношений составляющих  $FBIN(I_n)$  не будем указывать  $IO(X_i, X_j)$  – отношения независимости пары модельных множеств. Установлено, что каждому  $BIN(I_n)$ , соответствует не менее одной А-онтологии. **Максимальной** среди них называется та, которая имеет единицу с наибольшим числом номеров непустых конститuent. При этом добавление к единице максимальной А-онтологии любого не входящего в нее номера выводит эту А-онтологию из данного  $BIN(I_n)$  [Сметанин, 2010, 2017]. Единица задает семантическое

значение конъюнктивной ППФ, которая определяется бинарным инвариантом А-онтологии. Значением НКФ является семейство А-онтологий. Доказано, что модельные множества  $\tilde{X}_n$  А-онтологии  $I = \langle U, X_1, X_2, \dots, X_n \rangle$  полностью определяются ее единицей  $M(I_n) = U$  по формуле  $X_i = U \cdot X_i^0$ .

Логическое содержание максимальной А-онтологии выражается ее  $FBIN(I_n)$ . Логическое содержание не максимальной А-онтологии с данным  $BIN(I_n)$  выражается конъюнкцией суждений ее  $BIN(I_n)$  с суждениями  $NOB_S$ , выражающими пустоту констикуент, которые не входят в данную А-онтологию по сравнению с максимальной.

Например, бинарные инварианты у А-онтологий рис. 3 совпадают.

$$FBIN = A(X_1, X_2) \cdot IO(X_1, X_3) \cdot A(X_1, X_4) \cdot A(X_2, X_3) \cdot IO(X_2, X_3) \cdot A(X_3, X_4).$$

Здесь один  $BIN$  определяет две А-онтологии, одна из которых максимальная.

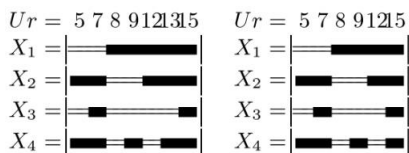


Рис.3. Две А-онтологии с одинаковым  $FBIN(I_4)$

КФ для правой А-онтологии выражена в виде КФ (1.5).

$$F(\tilde{X}_4) = A(X_1, X_2) \cdot A(X_1, X_4) \cdot A(X_2, X_3) \cdot A(X_3, X_4) \cdot (K(13))' = U \quad (1.5)$$

Последним элементом конъюнкции является утверждение о пустоте констикуенты с номером 13.  $(X_1 + X_2 + X_3 + X_4) = U$ . Формула алгебры множеств, двойственная к констикуенте, названа дизстикуентой и имеет естественную нумерацию (инверсию номера констикуенты). Семантическим значением КФ является множество натуральных чисел либо пустое множество. В качестве семантического значения НКФ принимается семейство множеств из натуральных чисел либо пустое множество [Сметанин, 2017]. В работе [Smetanin, 2016] введено релевантное (непарадоксальное) логическое следование ( $\models_N$ ) между ППФ  $L_{S_2}$ . Единица А-онтологии  $I_n$  позволяет выразить ее логическое содержание в виде атомарного суждения  $F(\tilde{X}_n) = M(I_n)$  называемого далее МЛ-уравнением, здесь  $F(\tilde{X}_n)$  есть ППФ алгебры множеств равносильная совершенной нормальной форме Кантора SNFK. Она построена по номерам констикуент из единицы –  $M(I_n)$ .

Например, максимальная А-онтология (рис. 3) представляется как МЛ-уравнения с левой частью в форме  $SNFK$ :

$$\underbrace{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4}_{5} + \underbrace{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4}_{7} + \underbrace{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4}_{8} + \underbrace{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4}_{9} + \underbrace{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4}_{12} + \underbrace{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4}_{13} + \underbrace{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4}_{15} = U,$$

либо равносильной ей ППФ  $-X_1 \cdot X_3 \cdot X_4 + X_2 \cdot X_4 = U$ .

Вычислять семантические значения КФ и НКФ позволяет М-алгоритм [Сметанин, 2010, 2017], реализованный программно.

Он сопоставляет А-онтологию  $I(Q)$  конъюнкции  $Q$  суждений  $NOB_S$ . Доказано, что А-онтология, получаемая по М-алгоритму для КФ, является **максимальной** по числу номеров непустых конститuent.

**Теорема 1.** Имеет место функциональная полнота атомарных суждений (1.1), то есть любая А-онтология может быть выражена КФ в  $L_{S_2}$ .

Рассмотрим совершенную нормальную форму Кантора

$$SNFK(\tilde{X}_n) = \bigcup_{i \in M(I_n) \subset \{0, 1, 2, \dots, 2^n - 1\}} \mathbf{K}(i),$$

построенную по единице  $M(I_n)$  неканонической А-онтологии  $I_n$ . Все ППФ алгебры множеств  $F_i(\tilde{X}_n)$  такие, что

$$F_i(\tilde{X}_n) \equiv SNFK(\tilde{X}_n), \quad i = \overline{1, m} \quad (1.6)$$

образуют класс эквивалентности. Из них можно составить  $m$  МЛ-уравнений вида  $F_i(\tilde{X}_n) = U$ ,  $i \in \{1, 2, \dots, m\}$ . Класс эквивалентности из левых частей называется **общим решением**, определяющим все равносильные следствия любого МЛ-уравнения из (1.6). **Частными решениями** называются его нетождественные следствия (МЛ-уравнения), которые не равносильны исходному и несут только часть его логического содержания. Логическое содержание можно выразить различными способами. Применим способ Порцекко. Для установления логического следования. А-онтологии  $I_n$  можно сопоставить МЛ-уравнение  $SNFK(M(I_n)) = U$ . Выразим равносильное ему МЛ-уравнение через нуль  $N(I_n) = \{0, 1, \dots, 2^n - 1\} \setminus M(I_n)$ , т.е. через дизъюнкцию пустых конститuent.

$M(I_n) = U^0 \setminus N(I_n)$  можно представить в виде КФ суждений (1.1)

$$(D(i_1) = U)(D(i_2) = U) \dots (D(i_k) = U). \quad (1.7)$$

Здесь  $\{i_1, i_2, \dots, i_k\} = N(I_n)$ ,  $i_j = 2^n - 1 - i_j$ ;  $j = \overline{1, k}$ ,  $j$ -й элемент конъюнкции (1.7) выражает множество  $U \setminus \{i_j\}$  или пустоту конститuent

$K(i_j)$ . Конъюнкция (1.7) равносильна утверждению  $\left(\bigcap_{i \in N(I_n)} D(i')\right) = U$ , где  $i' = 2^n - i - 1$ . Левая часть равенства выражает единицу А-онтологии.

$$M(I_n) = \bigcap_{i \in N(I_n)} D(i').$$

Назовем ее канонической формой логического содержания А-онтологии  $I_n - \text{Log}(I_n)$ .

**Теорема 2.** Логическое содержание А-онтологии  $I_2 - \text{Log}(I_2)$  является частью логического содержания А-онтологии  $I_1 - \text{Log}(I_1)$ , тогда и только тогда, когда их единицы (объемы универсумов) находятся в соотношении  $M(I_1) \subseteq M(I_2)$ . Отношение  $\subset$  имеет место, если и только если  $(\text{Log}(I_1) \vDash_N \text{Log}(I_2)) \wedge (\text{Log}(I_2) \not\vDash \text{Log}(I_1))$ .

Утверждение теоремы 2 [Smetanin, 2015] следует из сравнения логических содержаний  $I_1$  и  $I_2$ , представленных в каноническом виде.

Теорема 2 позволяет проверять, является ли данное МЛ-уравнение частным решением другого МЛ-уравнения в случае совпадения у них наборов модельных множеств. Уравнения с разными наборами приводят к уравнениям с одинаковыми наборами модельных множеств.

Реализована программа верификации для 22 модельных множеств. Проводятся эксперименты по распараллеливанию алгоритма [Сметанин, 2016, 2017] и увеличению числа модельных множеств.

## 2. Примеры верификации логического следования

1. Доказать, что  $A \equiv p \cdot (p \Rightarrow q) \cdot (s \Rightarrow t) \cdot (t \Rightarrow w) \Rightarrow w$ . Обозначим через  $U, P, Q, S, T, W$  универсум множества, сопоставленные  $1, p, q, s, w$ . Пусть  $F_1(p, q, s, t, w) = p \cdot (p \Rightarrow q) \cdot (s \Rightarrow t) \cdot (t \Rightarrow w)$  есть посылка, а заключение есть  $F_2(p, q, s, t, w) = w$ . Верифицируем  $F_1 \vDash_N F_2$ .

Исключим импликацию  $F_1(p, q, s, t, w) \equiv p \cdot (p' + q) \cdot (s' + t) \cdot (t' + w)$ . Проверим имеет ли место  $F_1 = 1 \vDash_N F_2 = 1$ . Для этого перейдем к МЛ-уравнениям, которые являются ППФ логики  $L_{S_2}$  и найдем их единицы  $P \cdot (P' + Q) \cdot (S' + T) \cdot (T' + W) = U$  и  $(W = U)$ , и применим теорему 2:

$$M(P \cdot (P' + Q) \cdot (S' + T) \cdot (T' + W) = U) = \{24, 25, 27, 31\} \subseteq \\ \{1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31\} = M(W = U).$$



Отсюда заключаем, что следования нет. Также видим, что  $\models_N$  будет иметь место, если добавить к посылке утверждение о пустоте конstituенты  $K(24)$ .

2. Проблема Гилмора (Gilmoreproblem). Пусть требуется доказать логическое следование:

$$\forall x \exists y \left[ \underbrace{[\{F(y) \rightarrow G(y)\} \leftrightarrow F(x)]}_{1} \cdot \underbrace{[\{F(y) \rightarrow H(y)\} \leftrightarrow G(x)]}_{2} \cdot \right. \\ \left. \underbrace{[\{F(y) \rightarrow G(y)\} \rightarrow Y(y)] \leftrightarrow H(x)}_{3} \right] \models_N \forall z \{F(z) \cdot G(z) \cdot H(z)\}.$$

Избавимся от импликации и эквиваленции

$$\forall x \exists y \left[ [(F(y)' + G(y)) \cdot F(x) + F(y) \cdot G(y)' \cdot F(x)'] \cdot \right. \\ \left. [(F(y)' + H(y)) \cdot G(x) + F(y) \cdot H(y)' \cdot G(x)'] \cdot \right. \\ \left. [[(F(y)' + G(y)) \cdot H(y) + F(y) \cdot G(y)' \cdot H(x)'] = 1] \right] \models_N \\ \forall z \{F(z) \cdot G(z) \cdot H(z) = 1\}.$$

Подготовительная работа для представления исходного утверждения в виде конъюнктивной формулы логики  $L_{S_2}$  проделана. Для ее получения нужно заменить предикаты одноименными модельными множествами  $F, G, H$  и ввести еще одно непустое, одно- или многоэлементное модельное множество  $Y$ , существование которого предопределено квантором существования. Конъюнкция, дизъюнкция и отрицание между одноместными предикатами заменяется пересечением объединением и дополнением до универсума между сопоставленными им модельными множествами. Равенство единице заменяется на равенство универсуму

$$(Y \subseteq U) \cdot \left( [[(Y \cdot F' + Y \cdot G) \cdot F + Y \cdot F \cdot G' \cdot F'] \cdot [Y \cdot F' + Y \cdot H] \cdot G + Y \cdot F \cdot H' \cdot G'] \cdot \right. \\ \left. [(Y \cdot F' + Y \cdot G) \cdot Y \cdot H + Y \cdot F \cdot Y \cdot G' \cdot H'] = U \right) \models_N \{F \cdot G \cdot H\} = U.$$

В результате преобразований  $(Y \subseteq U) \cdot (Y \cdot G \cdot F \cdot H = U) \models_N (F \cdot G \cdot H = U)$ . Единица посылки  $M(F \cdot G \cdot G \cdot Y = U) = \{13\} \subset \{13, 15\} = M(F \cdot G \cdot G = U)$  включена в единицу заключения в случае  $Y \subset U$  и совпадает с ней в случае  $Y = U$ .

3. Доказать, что в общем универсуме

$$\forall x \exists y F(x, y), \forall x \exists y G(x, y), \forall x \exists y (F(x, y) + G(x, y)) \rightarrow \\ \forall z (F(y, z) + G(y, z) \rightarrow H(x, z)) \models_N \forall x \exists y H(x, y).$$

Перепишем в терминах соответствий и избавимся от одной импликации в третьей посылке. Множества  $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4$  являются непустыми подмножествами универсума  $U$ .

$$\begin{aligned} & \exists Y_1 (F(U, Y_1) \neq \emptyset) \cdot (D_F(U) = U), \\ & \exists Y_2 (G(U, Y_2) \neq \emptyset) \cdot (D_G(U) = U), \\ & \exists Y_3 \underbrace{(F(U, Y_3) + G(U, Y_3) \neq \emptyset)}_A \cdot \underbrace{(F(Y_3, U) + G(Y_3, U) = \emptyset)}_B \rightarrow \\ & (H(U, U) \neq \emptyset) \cdot (D_H(U) = U) \models_N \\ & \exists Y_4 (H(U, Y_4) \neq \emptyset) \cdot (D_H(U) = U), \end{aligned}$$

где  $F, G, H$  – соответствия,  $D_F, D_G, D_H$  – их области определения. Для доказательства указываются множества  $Y_i$ , для которых истинность посылок влечет истинность следствия. Также рассматривается решение задачи о паровом катке и другие примеры, в которых следование устанавливается с помощью релевантных двуместным предикатам соответствий и свойств соответствий Галуа [Сметанин, 2017]

### Заключение

В работе рассмотрены приложения использования неклассической многозначной логики для верификации логического следования и принципиальная возможность сравнения логических содержаний формальных понятий, принадлежащих различным контекстам. В связи с этим важно увеличить число модельных множеств в программе, реализующей М-алгоритм. Это необходимо для вычисления объема формального контекста по его логическому описанию. В [Сметанин, 2016] указаны способы эффективного распараллеливания вычислений.

### Список литературы

- [Сметанин, 2010] Сметанин Ю.М. Алгоритм решения полисиллогизмов в ортогональном базисе посредством исчисления конститuentных множеств // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки, 2010, Вып. 4.
- [Сметанин, 2016] Сметанин Ю.М. Непарадоксальное логическое следование и проблема решения МЛ-уравнений // Программные системы: теория и приложения, 2016, 7:1(28).
- [Сметанин, 2017] Сметанин Ю. М. Верификация логического следования в неклассической многозначной логике // Известия Института математики и информатики УдГУ, 2017, Вып. 2 (50).
- [Ganter, 1999] Ganter B., Wille R. Formal concept analysis: Mathematical foundations. Springer, Berlin. 1999.
- [Smetanin 2015] Smetanin Iu. Syllogistical system on the basis of the propositional multivalued logic // 2015 International Conference “Stability and Control Processes” in Memory of V.I. Zubov (SCP), St. Petersburg. 2015.

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ 6. КЛАССИФИКАЦИЯ, РАСПОЗНАВАНИЕ И ДИАГНОСТИКА

<i>Дьяков И.Ф., Мошкина И.А., Романов А.А., Эгов Е.Н.</i> Извлечение и прогнозирование временных рядов производственных процессов .....	3
<i>Замараев Р.Ю., Попов С.Е.</i> Автоматическое обнаружение и классификация региональных сейсмических событий .....	12
<i>Кузнецов С.О., Махалова Т.П., Наполи А.</i> Как улучшить оценку множеств признаков с помощью принципа минимальной длины описания? .....	19
<i>Московский А.Д.</i> Метод распознавания сцен на основе недоопределенных моделей .....	27
<i>Нгуен Зуй Тхань, Морозова Е.Ф.</i> построение и управление 3D-моделями лиц человека .....	35
<i>Сидоров К.В., Филатова Н.Н.</i> Алгоритм укрупнения интервальных признаков в задаче классификации двумерных графических зависимостей биомедицинских сигналов .....	44

### СЕКЦИЯ 7. КОГНИТИВНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

<i>Бодрина Н.И., Куксина Е.В., Сидоров К.В., Филатова Н.Н., Шемаев П.Д.</i> Когнитивные исследования и психологические аспекты искусственного интеллекта .....	53
<i>Крылов А.К.</i> Механизм внутренней детерминации поведения в системной психофизиологии .....	62
<i>Кузнецова Ю.М.</i> Особенности приобретения знаний в разных картинах мира .....	71
<i>Павлов А.В.</i> Моделирование квантово-подобных когнитивных феноменов на алгебре фурье-дуальных операций: феномен «Линда» .....	79
<i>Чудова Н.В.</i> Психологические аспекты планирования в знаковой картине мира .....	88

### СЕКЦИЯ 8. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАССУЖДЕНИЙ И НЕКЛАССИЧЕСКИЕ ЛОГИКИ

<i>Воробьев А.Б., Курбатов С.С., Фоминых И.Б.</i> Пойа-метод: компьютерное воплощение методологии Д. Пойа .....	96
---	----

<i>Зернов М.М.</i> Надстройка времени над ситуационно-событийным исчислением .....	105
<i>Клещев А.С., Тимченко В.А.</i> Концепция оболочки для интерактивных систем верификации интуитивных математических доказательств .....	114
<i>Кулик Б.А., Фридман А.Я.</i> Пресуппозиции в рассуждениях и их связь с аномалиями баз знаний .....	123
<i>Сметанин Ю.М.</i> Приложения неклассической пропозициональной логики в задачах верификации логического следования .....	131

## СЕКЦИЯ 9. НЕЧЕТКИЕ МОДЕЛИ И МЯГКИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

<i>Гладков Л.А., Гладкова Н.В., Лейба С.Н.</i> Разработка и исследование гибридного алгоритма решения оптимизационных задач проектирования .....	139
<i>Лебедев Б.К., Лебедев В.Б., Лебедев О.Б.</i> Гибридный метод стохастической оптимизации на основе интеграции моделей эволюции и роевого (стадного) поведения животных в аффинных пространствах поиска .....	148
<i>Синюк В.Г., Поляков В.М., Панченко М.В.</i> Критерии эффективности для анализа методов вывода на основе нечеткого значения истинности в системах со многими нечеткими входами .....	157

## СЕКЦИЯ 10. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МЕТОДЫ И НЕЙРОИНФОРМАТИКА

<i>Боковой А.В., Яковлев К.С.</i> Использование сверточных нейронных сетей в задаче одновременного картирования и локализации по видеопотоку ..	165
<i>Брында А.А., Корлякова М.О.</i> Анализ эффективности фрактальной субдискретизации сверточных нейронных сетей .....	174
<i>Войцицкая А.С., Луферов В.С., Федулов Я.А.</i> Метод и информационно-измерительная система для получения данных о массе жидких веществ с применением искусственных нейронных сетей .....	181
<i>Гаврилов Д.А.</i> Нейросетевой алгоритм автоматического обнаружения и сопровождения объекта интереса в видеосигнале .....	188
<i>Коришнуова К.П.</i> Нейросетевая модель автоматического описания изображений на основе состязательного обучения .....	196
<i>Куливец С.Г.</i> Программная среда для поиска ансамблей и ритмической активности в нейронных сетях .....	205
<i>Яшин Д.В.</i> Использование нейронной сети для выбора методов прогнозирования временного ряда в гибридной комбинированной модели .....	213

## СЕКЦИЯ 11. ПРИКЛАДНЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

<i>Варшавский П.Р., Алехин Р.В., Кожевников А.В.</i> Разработка прецедентного модуля для идентификации сигналов при акустико-эмиссионном контроле сложных технических объектов .....	222
<i>Ветров А.Н., Емельянова И.И., Мальков А.А., Палюх Б.В.</i> Оценка неопределенности в экспертной системе эволюционного управления многостадийным технологическим процессом .....	230
<i>Куриленко И.Е.</i> Применение рассуждений на основе прецедентов для реализации виртуального сотрудника отдела сопровождения программного обеспечения .....	238
<i>Ройзензон Г.В.</i> Проблемы формализации понятия этики в искусственном интеллекте .....	245
<i>Семенов Н.А., Бурдо Г.Б.</i> Интеллектуальный анализ маркетинговых данных .....	253
<i>Соснин П.И.</i> Ориентированные на опыт концептуальные пространства проектирования автоматизированных систем .....	260
Список авторов .....	269
Аннотации статей, опубликованные в сборнике трудов КИИ-2018 издательством Springer .....	270